

**Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Setor de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil - PPGECC
Área de concentração: Ambiente Construído e Gestão**

JADE BAPTISTA PIRES BITTAR

**DESENHO URBANO E MEIO AMBIENTE
NA RELAÇÃO ENTRE CORPOS HIDRICOS E OBRAS DE
PREVENÇÃO A INUNDAÇÃO.
ESTUDOS DE CASO EM CURITIBA – PARANÁ**

CURITIBA

2013

JADE BAPTISTA PIRES BITTAR

DESENHO URBANO E MEIO AMBIENTE
NA RELAÇÃO ENTRE CORPOS HIDRICOS E OBRAS DE
PREVENÇÃO A INUNDAÇÃO.
ESTUDOS DE CASO EM CURITIBA – PARANÁ

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, na área de concentração em Ambiente Construído e Gestão, no Setor de Tecnologia, da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Engenharia da Construção Civil.

ORIENTADORA

Prof.^a Dra. Cristina de Araújo Lima

CURITIBA
2013

TERMO DE APROVAÇÃO

JADE BAPTISTA PIRES BITTAR

DESENHO URBANO E MEIO AMBIENTE NA RELAÇÃO ENTRE CORPOS HIDRICOS E OBRAS DE PREVENÇÃO A INUNDAÇÃO. ESTUDOS DE CASO EM CURITIBA-PARANÁ

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-graduação em Engenharia da Construção Civil, Área de Concentração: Ambiente Construído, Setor de Tecnologia, da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

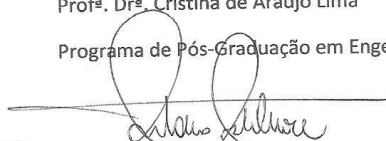
Orientadora:



Profª. Drª. Cristina de Araújo Lima

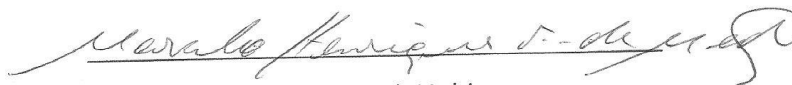
Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil - UFPR

Examinadores:



Prof. Dr. Antonio Manoel Nunes Castelnou Neto

Departamento de Arquitetura e Urbanismo - UFPR



Prof. Dr. Marcelo Henrique Farias de Medeiros

Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil - UFPR



Prof. Dr. Sérgio Fernando Tavares

Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil - UFPR

Curitiba, 7 de junho de 2013

Dedico este trabalho:

Aos membros da minha primeira família, minha mãe Almyra Baptista Pires, meu pai Rodolpho Baptista Pires, minha avó paterna Iracema Baptista Pires, meu avô paterno Rodolpho Henrique Baptista Pires e meu irmão Rodolpho Henrique Baptista Pires Neto; que deixaram muitas saudades e permanecem em mim, no coração e em parte de tudo que eu sou (in memoriam).

AGRADECIMENTOS

A minha essência;

Minha natureza íntima, minha alma, que não entendo totalmente, mas sinto como existente, parte para mim do inexplicável, do Espiritual, do Sagrado, de Deus.

Ao meu marido;

Gerson, companheiro de muitos anos, pai dos meus filhos, pelo incentivo e apoio durante todo o período do mestrado.

Aos meus filhos;

Karime e Daniel, pelos presentes que são em minha vida, por sempre me ensinarem tanto, cada um do seu jeito e por confiarem que eu seria capaz de realizar este trabalho.

Ao meu genro;

Gustavo, pelo seu exemplo acadêmico, por fazer minha filha feliz e junto com ela me proporcionar a felicidade de ser avó de Luca e Lara.

A minha nora;

Marina, pelo exemplo de batalha em busca de realizações e por fazer meu filho feliz.

A minha irmã e minha sobrinha;

Denise e Meilily, pelo exemplo de luta e persistência em suas vidas.

A minha orientadora;

Prof. Dra. Cristina de Araújo Lima, pela contribuição com seu conhecimento, possibilitando com sua orientação a realização deste trabalho.

Aos professores;

Prof. Dr. Aloisio Leoni Schmid, Prof. Dr. Marcelo Henrique Farias de Medeiros, Prof. Dr. Antonio Manoel Nunes Castelnou Neto, Prof. Dr. Sérgio Fernando Tavares, por toda a ajuda e observações que contribuíram para a melhoria deste trabalho.

Aos colegas, amigos do mestrado;

Isabella Marchesini, Juliana Loss, Rogério Lemos, pelo incentivo, pela parceria e ajuda em trabalhos acadêmicos.

Aos colegas, amigos de profissão e docência;

Arildo Camargo, Caroline Afonso, Caroline Roth, Cezar Galhart, Cristiane Baltar, Fabiane Frazen, Glaucia, Lucilia Alencastro, Marcos Merlin, Micheline Cot Marcos, Monique Coimbra, pela ajuda, carinho e incentivo em momentos difíceis.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

"Nascemos para manifestar a glória do Universo que está dentro de nós. Não está apenas em um de nós: está em todos nós. E conforme deixamos nossa própria luz brilhar, inconscientemente damos às outras pessoas permissão para fazer o mesmo. E conforme nos libertamos do nosso medo, nossa presença, automaticamente, libera os outros."

Nelson Mandela

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo explorar uma relação entre Desenho Urbano e corpos hídricos que seja menos agressiva ao meio ambiente a partir de ações preventivas que incluem controle de inundações. Inundações nas áreas de várzea, regiões alagadas em épocas de cheia, de bacias hidrográficas têm demonstrado incompatibilidade com a ocupação urbana, causando prejuízos humanos e materiais. Áreas sujeitas a essas inundações existem em muitas cidades do mundo; no Brasil se podem observar muitas ocorrências, sendo duas apresentadas nesta pesquisa como estudos de caso. Para oferecer relativo panorama do assunto, também para maior compreensão deste, são evidenciados neste trabalho alguns estudos e exemplos referentes à ocupação urbana em áreas de bacias hidrográficas. A mudança de abordagem técnica e conceitual nas intervenções urbanísticas a partir das práticas usuais em meados do século passado, com muita ênfase nos últimos trinta anos, é apresentada por alguns exemplos de ações aplicadas em áreas urbanizadas com a presença de corpos hídricos. Os dois estudos de caso em áreas urbanas da cidade de Curitiba, no estado do Paraná, Brasil, são utilizados para explorar intervenções da gestão pública em obras de engenharia relativas a corpos hídricos que eventualmente inundam áreas urbanas habitadas. Os estudos de caso foram desenvolvidos em recortes urbanos com características diversificadas de ocupação e de interação com os corpos hídricos existentes, sendo estes também, por sua vez, muito diferentes entre si. Nos casos apresentados foram enfatizados como critérios: tipo de ocupação urbana - regular ou irregular; características do Desenho Urbano, histórico, uso, densidade e forma; frequência de inundações nos últimos dez anos e suas consequências à população do local; intervenções de engenharia nos corpos hídricos. Acredita-se em compreender especificamente os casos e as técnicas das ações aplicadas podendo-se observar o que contribuiu para a diminuição das inundações nas duas regiões. A aplicação de um método de análise permite discussão e comparação entre os dois estudos de caso e possibilita a formulação de algumas respostas aos questionamentos iniciais. Finalmente o estudo pretende que as informações reunidas possam servir de parâmetro para outros estudos ou para outras ações em espaços urbanos existentes ou da expansão urbana.

Palavras-chave: Corpo hídrico. Curitiba. Desenho urbano. Inundação. Obras de Engenharia.

ABSTRACT

This study aims to explore the relationship between urban design and water bodies that is less aggressive to the environment from preventive actions relating that include flood control. Flooding in lowland areas, flooded areas at flooding from river basins have shown incompatibility with urban occupation, causing human and material losses. These flood prone areas exist in many cities of the world, in Brazil you can observe many occurrences, two presented this research as case studies. To provide overview on the subject, also for a better understanding of this, are highlighted in this paper some studies and examples related to urban occupation in watershed areas. The change in technical approach and the conceptual urban interventions from the usual practice in the middle of the last century, with much emphasis in the last thirty years is shown by some examples of actions implemented in urbanized areas with the presence of bodies of water. The two case studies in urban areas of the city of Curitiba, state of Paraná, Brazil, are used to explore management interventions in public engineering works relating to water bodies that eventually inundate populated urban areas. The case studies were developed in urban clippings with diversified characteristics of occupation and interaction with existing water bodies, which are also, in turn, very different. In the cases presented were emphasized as criteria: type of urban settlement - regular or irregular features of urban design, history, use, density and form, frequency of floods in the last ten years and its consequences for the local population; engineering interventions in the bodies water. It is believed to understand the specific cases and techniques of applied actions can be observed which contributed to the reduction of floods in the two regions. The application of a method of analysis allows discussion and comparison between the two case studies and enables the formulation of some answers to the initial questions. Finally, the study claims that the information gathered can serve as a parameter to other studies or other actions in existing urban areas or urban expansion.

Keywords: Body water. Curitiba. Urban design. Flood. Engineering Works.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Logo da Conferência Rio + 20, ocorrida na cidade do Rio de Janeiro em 2012	25
Figura 2 - Cristo Redentor, na cidade do Rio de Janeiro, iluminado com a cor verde durante a Rio+20	26
Figura 3 - Parque Barigui, se observa um espaço tratado pelo Desenho Urbano na cidade de Curitiba	48
Figura 4 - Estocolmo/ Suécia, revitalização das águas do Lago Mälaren	52
Figura 5 - Hamburgo/ Alemanha, na região do porto áreas inundáveis com Desenho Urbano adequado	54
Figura 6 - Nantes/ França, Desenho Urbano e o projeto de cidade sustentável	55
Figura 7 - Malmö/ Suécia, Desenho Urbano e o uso sustentável do solo e da água	57
Figura 8 - Rio Tâmisa/ Londres, mais limpo do que há 150 anos	59
Figura 9 - Rio Tâmisa/ Londres, barcos fazem trajeto para transporte e ou turismo	59
Figura 10 - Rio Reno e a cidadezinha de Oberwesel/ Alemanha	60
Figura 11 - Rio Cheonggyecheon / Seul, Desenho Urbano e projeto de revitalização	61
Figura 12 - Rio Potomac, banha a cidade de Washington/ fevereiro de 2013	62
Figura 13 Rio Hudson/ Nova York, gestão de projeto para retirar parte de elementos químicos do seu leito	63
Figura 14 - Vila Audi União/ Curitiba/ PR, ocupação irregular em área sujeita a inundações do rio Iguaçu	64
Figura 15 - Área de ocorrência da Bacia do Paraná em relação à América do Sul	67
Figura 16 - Cataratas do Iguaçu	68
Figura 17 Imagens antigas do rio Tietê / década de 1930	69
Figura 18 - Rio Tietê em São Paulo, retratado em cartão-postal antigo, 1905, antes de ser retificado e poluído	69
Figura 19 - Bacia do Iguaçu/ PR	70
Figura 20 - Vista aérea do Rio Tietê com a Via Professor Simão Faiguenboim "Marginal Tietê"	71
Figura 21 - Rio Tietê / São Paulo	72
Figura 22 - Rio Iguaçu/ PR	74

Figura 23 - Desenho esquemático de rios e urbanização em bacia hidrográfica Dentrítica	80
Figura 24 - Mapa das bacias hidrogeáficas de Curitiba	82
Figura 25 - Infográfico mostra áreas inundáveis de Curitiba	87
Figura 26 - Rua Pe. Anchieta/ Bigorrrilho/ Curitiba – S E com Plano Massa / à direita galeria comercial coberta	89
Figura 27 - Mapa de micro região urbana de Curitiba com esquema do sistema trinário no Setor Estrutural	89
Figura 28 - Vista aérea de micro região urbana no Bigorrrilho, onde o zoneamento se denomina Setor Estrutural com Plano Massa e onde se vê acima a via central e abaixo uma das vias externas do sistema trinário de circulação,	90
Figura 29 - Vista aérea dos 'lotes' existentes no Bolsão Audi União, ocupação desordenada	91
Figura 30 - Mapa Mental	95
Figura 31 - Antiga canalização do rio Caranguejinho/ Bigorrrilho / Curitiba	102
Figura 32 - Projeto de alteração do curso do rio Caranguejinho fixado em um dos tapumes da obra	103
Figura 33 - Duto da obra para acesso ao nível de abertura do subsolo	104
Figura 34 - Duto horizontal com terra ao fundo no processo de abertura do subsolo	105
Figura 35 - Tapume de proteção as escavações da obra	106
Figura 36 - Vista do duto com destaque dos anéis formadores.	106
Figura 37 - Rua Padre Anchieta, local da obra da nova canalização do rio Caranguejinho	107
Figura 38 - Rua Padre Anchieta, canaleta de circulação do ônibus biarticulado e tapumes na calçada	108
Figura 39 - Ocorrência do Corpo de Bombeiros na ocasião da inundação imóvel de Cecília M. Agner	1099
Figura 40 - Registro fotográfico da inundação na residência de Cecília M. Agner em 2003	110
Figura 41 - Placa com o valor da obra divulgado	111
Figura 42 - Vila Audi União, bairro Uberaba em Curitiba/ PR	112
Figura 43 - Rio Iguaçu x Bolsão Audi União ocupação irregular em área sujeita a inundações	113
Figura 44 - Bolsão Audi União / área com habitações e depósito de material reciclável	114
Figura 45 - Bolsão Audi União / Ligações clandestinas de luz	115

Figura 46 - Valeta paralela a BR 277 onde é descartada água	116
Figura 47 - Canal extravasor de drenagem ligado à valeta também com águas residuais	116
Figura 48 - Projeto Urbanização Bolsão Audi União	118
Figura 49 - Vila Audi União / Canal extravasor de drenagem com dique à direita	119
Figura 50 - Bolsão Audi União antes do projeto de urbanização	120
Figura 51 - Projeto do Parque da Imigração Japonesa	120
Figura 52 - Matéria do jornal Gazeta do Povo	121
Figura 53 - Ginásio do Centro da Juventude Audi União	122
Figura 54 - Placa com divulgação do programa Geração Campeã	122
Figura 55 - Rua Adam Kazimierz Masilatk	123
Figura 56 - Detalhe de poste com placa de identificação de rua	123
Figura 57 - Vila Audi União antes da urbanização	124
Figura 58 - Vila Audi União depois da urbanização/ Rua Adam Kazimierz Masilatk com a Rua Claudio Paulo da Cruz Pilato	124
Figura 59 - Extração de areia as margens do rio Iguaçu na região do Bolsão Audi União	125
Figura 60 - Bolsão Audi União/ Curitiba, com o rio Iguaçu a esquerda- área fotografada em 17/06/2007	126
Figura 61 - Bolsão Audi União/ Curitiba/ PR - área fotografada em 17/06/2007	126
Figura 62 - Bolsão Audi União/área em processo de urbanização/ de frente Sr. Altair Góis, líder comunitário	127
Figura 63 - Bolsão Audi União/área sem urbanização/ exemplo da situação anterior geral	127
Figura 64 - Esquema do objetivo da AHP e elementos considerados.	137
Figura 65 - Rio Caranguejinho, tubulação enterrada na rua Pe Anchieta que aparece a direita	137
Figura 66 - Rio Iguaçu, próximo ao bolsão Audi União, leito retificado	138
Figura 67 - Nas águas poluídas do Ganges crianças indianas buscam moedas e ouro e outros objetos de valor deixados pelos milhares de visitantes do festival Kumbh Mela, em Allahabad, celebrado a cada 12 anos, durante quase dois meses.	140
Figura 68 - Parque Barigui com área urbanizada ao fundo	156
Figura 69 - Parque Barigui, vista aérea, região altamente valorizada no setor imobiliário, região da bacia do Barigui, bacia onde se encontra o rio Caranguejino e próxima a microrregião urbana objeto de estudo de caso, no Bairro Bigorriho	157

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Pesos relativos à importância.	131
Tabela 2: Importância Relativa.	132
Tabela 3: Soma de peso dos critérios.	133
Tabela 4: Obras/ critérios de decisão.	133
Tabela 5: competitividade financeira.	134
Tabela 6: Relação elementos/obras.	134
Tabela 7: Relação obras/ importancia relativa dos elementos.	135

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AI - Altíssimo Iguaçu.
APA- Área de Preservação Ambiental.
APP - Área de Preservação Permanente.
APPURBANA - Seminário Nacional tratamento de águas preservação permanente.
Cohab - Companhia de Habitação Popular de Curitiba.
CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente.
COMEC – Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba.
CPDS - Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional.
DBO – Demanda Biológica de oxigênio.
DCTA - Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial.
ENU - Divisão de Energia Nuclear.
ETA – Estação de Tratamento de Água.
ETEs - Estações de Tratamento de Esgotos.
IAP - Instituto Ambiental do Paraná.
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
IEAv - Instituto de Estudos Avançados.
IPPUC - Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba.
NUC – Núcleo Urbano Central.
OCDE - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico.
ONU – Organização das Nações Unidas.
PMC – Prefeitura Municipal de Curitiba.
PPGECC - Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil.
RMC – Região Metropolitana de Curitiba.
SABESP- Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.
SANEPAR- Companhia de Saneamento do Paraná.
SMOP- Secretaria Municipal de Obras Públicas.
SURHEMA – Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente.
UFPR – Universidade Federal do Paraná.
UNILIVRE - Universidade Livre do Meio Ambiente.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	19
1.2 PRESSUPOSTO	20
1.3 OBJETIVO	20
1.4 JUSTIFICATIVAS	21
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	22
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	24
2.1 RECURSO ÁGUA E SUSTENTABILIDADE / OCUPAÇÃO URBANA	26
2.2 ARTIGOS CIENTÍFICOS REALIZADOS	31
2.2.1 Estudos desenvolvidos por pesquisadores estrangeiros	32
2.2.2 Estudos realizados por pesquisadores brasileiros.	37
2.3 URBANIZAÇÃO E CORPOS HÍDRICOS	41
2.3.1 Urbanização e poluição dos corpos hídricos	41
2.3.2 Ocupação urbana, inundações e enchentes	42
2.4 DESENHO URBANO E SUA NOVA ABORDAGEM	45
2.5 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NOS CENTROS URBANOS	51
2.6 CIDADES SUSTENTÁVEIS E MELHORIA DAS ÁGUAS	51
2.6.1 Estocolmo: águas próprias para pesca e lazer	52
2.6.2 Hamburgo: às margens do rio Elba	53
2.6.3 Nantes: gestão sustentável da água	55
2.6.4 Malmö: águas aproveitadas	56
2.7 CORPOS HÍDRICOS E MUDANÇA DE ABORDAGEM	58
2.7.1 Rio Tâmbisa: hoje mais limpo do que há 150 anos	58
2.7.2 Rio Reno: hoje 90% mais limpo	60
2.7.3 Rio Cheonggyecheon: voltou a aparecer em Seul	61
2.7.4 Rio Nura: limpeza da poluição com mercúrio	62
2.7.5 Rios de Washington: programa de limpeza permanente	62
2.7.6 Rio Hudson: alto custo para a limpeza da poluição	63
2.7.7 Rio Elsieskraal: possui equipe regular de limpeza	64
2.8 DESENHO URBANO E CORPOS HÍDRICOS NO BRASIL	64
2.8.1 Características da urbanização e corpos hídricos no Brasil	66
2.8.2 Dois rios brasileiros e a urbanização	67
2.8.3 Rio Tietê: combate à poluição e às inundações	70
2.8.4 Rio Iguaçu: mudança do marco zero para minimizar inundações	73
2.9 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL – BREVE HISTÓRICO	76
2.9.1 Novo Código Florestal– Leis 12.651 e 12727	78
2.10 CORPOS HÍDRICOS E REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA	79
2.10.1 Bacias hidrográficas, aspectos relevantes ao Desenho Urbano	83
2.11 CURITIBA E INUNDAÇÕES URBANAS	86
2.12 CURITIBA / SETOR ESPECIAL ESTRUTURAL – SE	88
2.13 CURITIBA / OCUPAÇÃO IRREGULAR / BOLSÃO AUDI UNIÃO	90

3 ESTRATÉGIA DE PESQUISA	92
3.1 DEFINIÇÃO DA ESTRATÉGIA DE PESQUISA	92
3.2 UNIDADES DE ANÁLISE	94
3.3 DELIMITAÇÕES DAS UNIDADES	94
3.4 MAPA MENTAL	96
3.5 SELEÇÃO DOS CASOS PARA ESTUDO	96
3.6 TESTES DE VALIDADE	97
3.7 PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS	97
3.8 MÉTODO DE ANÁLISE DE DADOS	100
3.9 MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA	100
4 ESTUDOS DE CASO	102
4.1 RIO CARANGUEJINHO E AS INUNDAÇÕES	102
4.2 VILA AUDI UNIÃO, DESENHO URBANO SENDO IMPLANTADO	112
5 DISCUSSÃO DE RESULTADOS	128
5.1 ANÁLISE HIERÁRQUICA APLICADA AOS CASOS	129
5.2 RESPONDENDO AOS QUESTIONAMENTOS	135
6 CONCLUSÃO	138
7 REFERÊNCIAS	144
ANEXO	156

1 INTRODUÇÃO

Os centros urbanos são ambientes sociais com interações econômicas, produtivas, culturais e políticas, dentre outras. A gestão da dinâmica de um centro urbano deve ser um processo constante. A ocupação urbana crescente, fenômeno atual e existente de modo preocupante para sustentabilidade do planeta, a partir da segunda metade do século XX, causa nas áreas de bacias hidrográficas em todo o mundo um dos maiores problemas enfrentados atualmente: o comprometimento de recursos hídricos, dentre outros. A solução destas e de outras questões como o funcionamento de serviços específicos tais como sistemas de circulação, abastecimento de água, coleta de esgoto e lixo, habitação, lazer, ensino, saúde, passa pelo Urbanismo. A demanda de problemas consequentes da urbanização exige gestão eficaz para a manutenção dos sistemas e serviços necessários para o funcionamento do espaço urbano e constitui o Desenho Urbano. O Urbanismo nas últimas décadas pode ser considerado como uma disciplina em constante modificação, fazendo parte desta mudança a denominação Desenho Urbano, para definir planejamento do espaço urbano (BARNETT,1982; BRANDÃO, 2002; PAOLI e PINA, 2007).

A presente pesquisa explora uma relação entre Desenho Urbano e corpos hídricos, trata das condições urbanísticas referentes à ocupação do solo em bacias hidrográficas e insere-se no Programa de Pós Graduação em Engenharia da Construção Civil (PPGECC), da Universidade Federal do Paraná (UFPR), na área de Ambiente Construído e Gestão. O trabalho relata dois estudos de caso que exploram o Desenho Urbano em bacia hidrográfica urbana, suas condições urbanísticas referentes à ocupação do solo, permitindo duas amostras de ações antrópicas e de como os seres humanos se apropriam dos recursos da natureza. O estudo busca contribuir para a discussão a respeito da concepção, utilização e uso dos espaços urbanos, ou seja, refere-se ao ambiente construído em diferentes níveis de preservação do ambiente natural em relação a recursos vulneráveis como a água, abordando nos estudos de caso duas micro regiões urbanas sujeitas a inundações pelos rios existentes no local.

O Brasil das últimas décadas apresenta com o crescimento da população nas cidades um avanço descontrolado da ocupação urbana. Bacias hidrográficas ocupadas por sítios urbanos necessitam de controle e monitoramento; ações em seus territórios que dependem de conhecimento e compreensão relativos. Ações diversas referentes ao

Desenho Urbano com o objetivo de melhorar o meio ambiente em relação a corpos hídricos vêm de encontro à mudança da mentalidade na forma de gestão e planejamento urbano referente a intervenções em corpos hídricos urbanos. A conscientização da sociedade para a sustentabilidade, as necessidades econômicas e socioambientais são alguns dos fatores relevantes para o problema relativo a inundações abordado neste trabalho. Entretanto, a pesquisa tem o olhar de uma arquiteta e urbanista e não pretende se desviar desta área do conhecimento.

Entende-se que o assunto abordado é relevante e atual, já que enriquece o conjunto de pesquisas realizadas no PPGECC abordando assuntos relativos ao recurso água. Pode-se citar como exemplos a dissertação de Prestes (2010), sobre indicadores de sustentabilidade em urbanização de áreas de mananciais, como um exemplo de trabalho relacionado à ocupação urbana em bacia hidrográfica desenvolvido neste programa. Também Lima *et al.* (2009) desenvolveram um estudo em relação à ocupação urbana em bacia hidrográfica, especificamente em área de mananciais, abordando a situação dos mananciais dos municípios de Pinhais e Piraquara que abastecem a cidade de Curitiba e sua região metropolitana. O uso do solo e a permeabilidade deste em ambientes construídos em bacias hidrográficas têm consequências diretas na relação entre reservas hídricas e sua preservação como também com inundações nestas áreas em épocas de pico de chuvas. Huergo (2012), em outro exemplo de trabalho desenvolvido no PPGECC, com estudo de caso na cidade de Curitiba aborda a forma de uso do solo e sua relação com a permeabilidade deste em áreas urbanas, sendo que a permeabilidade do solo é um dos fatores mais relevantes para a sustentabilidade, como afirmado por alguns autores.

A intensidade de uso e ocupação de uma bacia hidrográfica está fortemente associada ao nível de impermeabilização do solo dessa mesma região e, por isso, esses aspectos devem ser trabalhados de forma conjunta. O mapeamento das informações é um recurso muito utilizado para tornar mais evidente os padrões de uso e ocupação dos espaços. A visualização dos fatos no espaço, melhora a compreensão das interações existentes (SEBUSIANI e BETTINE, 2011, p 256).

Assim como a impermeabilização está vinculada ao espaço urbano construído o trabalho objeto desta introdução explora a visualização de fatos relativos ao Desenho Urbano e corpos hídricos, com dois estudos de caso em áreas urbanas consolidadas situadas em áreas de bacias hidrográficas na cidade de Curitiba, capital do Estado do Paraná, e as intervenções antrópicas executadas nos últimos dez anos como prevenção ao fenômeno de inundações.

Para compreender o processo que levou à realidade em estudo, foram feitas algumas entrevistas com técnicos e atores envolvidos em situações e ações referentes aos casos; descrição da ocupação atual e o uso do solo no local em questão relativa ao rio existente na área. A gestão do Desenho Urbano nos casos estudados evidencia a relação entre ambiente construído e natural com ações preventivas a inundações; os locais de estudos de caso são a substituição da canalização do rio Caranguejinho no bairro Bigorrilho, localizado na região central da cidade; e a construção de dique na região da urbanização da Vila Audi/União localizada no bairro Uberaba na região leste de Curitiba.

Como discussão, com os dados levantados nos estudos de caso, elaborou-se uma análise hierárquica; método usado para definir escolhas e, nesta discussão, utilizado para explorar qual a relação de sustentabilidade referente às ações tomadas como prevenção às inundações a que as regiões estavam sujeitas foi a mais eficaz. Entretanto, o trabalho se resume a estudos localizados na mesma região metropolitana e limita-se a explorar o assunto baseado nos critérios expostos no capítulo 1.1. Dentre outras questões não abordadas na dissertação está a da recuperação de áreas de proteção ambiental ocupadas irregularmente.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Considerando que as relações entre, Desenho Urbano, espaço urbanizado, e corpos hídricos podem apresentar níveis crescentes de sustentabilidade, com características que favoreçam a conservação dos corpos hídricos e do próprio desenho, configura-se a pergunta de pesquisa: como acontece a relação corpo hídrico e Desenho Urbano, tanto em área urbana regular dotada de infraestrutura quanto em área urbana irregular sem infraestrutura com relação às inundações a que estão sujeitas?

Essa pergunta tem previsão de resposta no presente trabalho considerando-se os seguintes critérios:

- a) população existente nas áreas atingidas por inundação (considerando-se os últimos 10 anos);
- b) densidade populacional (número de habitantes por hectare);

- c) tipo de ocupação urbana (regular ou irregular);
- d) infraestrutura urbana existente e uso do solo;
- e) custo de obras de engenharia executadas no local;

Dados de níveis de degradação de mata ciliar não foram localizados para serem incluídos como critérios.

1.2 PRESSUPOSTO

A ocupação urbana crescente em áreas com recursos hídricos causa problemas diversos como, por exemplo: produção de resíduos, inundações e comprometimento da qualidade da água. Assim muitas vezes necessitam de ações preventivas como obras públicas e sua manutenção, dentre outros. Essa demanda positiva de ocupação urbana provoca o aumento constante da deterioração das bacias hidrográficas. Com essa constatação surge o pressuposto: o Desenho Urbano pode possibilitar a melhoria do ambiente construído relacionado aos corpos hídricos, permitindo a conservação destes para uso futuro de seus recursos e daqueles para minimizar prejuízos ambientais, humanos e materiais.

1.3 OBJETIVO

O presente trabalho tem por objetivo explorar a relação entre Desenho Urbano e corpos hídricos que seja menos agressiva ao meio ambiente a partir de ações preventivas relativas à sustentabilidade que incluem controle de inundações - em forma de obras que definem ou alteram características de Desenho Urbano. Alguns critérios direcionam a pesquisa, a saber: tipo de ocupação urbana, características do Desenho Urbano, frequência das inundações em áreas urbanas habitadas e suas consequências à população do local, intervenções da Engenharia nos corpos hídricos.

Para essa compreensão, o presente trabalho reúne alguns exemplos de como interagem corpos hídricos e malha urbana, Desenho Urbano, em situações diversas, como também alguns estudos científicos relativos ao assunto - corpo hídrico relativo ao meio ambiente e ao recurso água.

Os estudos de caso escolhidos demonstram ações da gestão pública em ambientes urbanos que sofreram fenômenos de inundações cujas obras de engenharia executadas melhoram a sustentabilidade através da conservação do Desenho Urbano existente. Nos casos apresentados são enfatizados: histórico, traçado, uso do solo, densidade populacional, forma, técnica e custo de obras de engenharia, visando identificar nas ações aplicadas o que poderá contribuir para a sustentabilidade na região.

Finalmente, o estudo pretende que as informações reunidas e discutidas possam servir de parâmetro para outros estudos ou ações em espaços urbanos existentes ou de expansão urbana.

1.4 JUSTIFICATIVAS

O desenho urbano é a área do conhecimento que estuda a disposição, a aparência e funcionalidade das cidades e, em particular a forma e utilização dos espaços público e privado. Os corpos hídricos frequentemente escolhidos para definir em suas redondezas assentamentos humanos são degradados pelos mesmos, deixando de fornecer seus benefícios potenciais. A recuperação desses corpos hídricos é uma tendência nos últimos anos pela mudança de abordagem da sociedade humana, após a constatação de que esses elementos não são capazes de recuperação constante, independente do uso indevido dos mesmos, ou seja, não são automaticamente sustentáveis. As inundações nos dias de hoje em áreas urbanas são o resultado de um longo processo de modificação e desestabilização da natureza por forças antrópicas, que acompanha o crescimento rápido e não planejado da maior parte das cidades, criando situações de risco tanto para os atores que nelas vivem, como para toda a infraestrutura existente, como também para o ambiente natural; entre eles os corpos hídricos que provavelmente serão o depósito de toda a carga resultante da destruição que a inundação poderá causar.

O presente trabalho justifica-se por explorar a relação Desenho Urbano e corpos hídricos no contexto do meio ambiente da cidade, estudando dois casos em micro regiões urbanas diferenciadas e sujeitas a inundações na cidade de Curitiba. A pesquisa

aborda fatores ambientais, econômicos e sociais onde o tema encontra justificativa para ser explorado.

O sistema econômico funciona interativamente com o sistema produtivo. Há uma retro alimentação positiva [...]. O sistema produtivo para atender a demanda cada vez maior, do sistema econômico tem requerido e exaurido mais recursos do sistema natural (ecossistemas), deixando de haver compensação para o funcionamento de recursos básicos gerados pelo sistema natural [...] Ao sistema natural, espoliado pela extração de recursos, somam-se ainda mazelas da poluição, nas suas mais variadas formas (ALMEIDA, *et al.*, 2003).

As inundações são capazes de poluir o ambiente natural, principalmente no que se refere aos corpos de água, como dentre outras formas, por exemplo, a misturas de águas limpas e sujas, com a invasão a reservatórios de águas tratadas e destinadas ao consumo humano por águas provenientes de esgotos, entre outras.

Quanto ao desenvolvimento tecnológico, em um dos estudos de caso escolhido, é utilizada tecnologia inovadora na forma de execução da obra de Engenharia para na alteração do curso de rio. No outro estudo de caso são apresentadas diversas imagens resultantes de fotos aéreas com ótima resolução que para serem realizadas utilizaram recursos do desenvolvimento da tecnologia atual. Também na revisão bibliográfica a pesquisa utilizou o desenvolvimento tecnológico de recursos virtuais existentes atualmente para diversas informações, como a pesquisa web gráfica e o recebimento por e-mail de mapas e ilustrações. O estudo dos problemas ambientais é relevante atualmente, devido à ocupação desordenada dos territórios e a intervenção em todos os recursos naturais existentes para adequação dos mesmos às necessidades humanas, em grandes ambientes construídos, como os centros urbanos, onde temos uma concentração de necessidades cuja viabilidade gera degradação e até esgotamento do meio natural.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

A presente dissertação é composta pelo resumo, as listas que relacionam as figuras, tabelas, siglas e abreviaturas e por sete capítulos conforme descrição a seguir:

O Capítulo 1 refere-se às considerações gerais na introdução, que explicam o todo da pesquisa que é de natureza exploratória e trata da relação Desenho Urbano e meio ambiente na relação corpos hídricos/ obras executadas para prevenir inundações.

Fazem parte da introdução os itens: problema de pesquisa, pressuposto, objetivo, justificativas e estrutura do trabalho.

O Capítulo 2 compreende a revisão bibliográfica, com os temas que abrangem aspectos relevantes ao problema de pesquisa como: a contextualização ambiental da ocupação urbana sobre corpos hídricos com a nova abordagem para o Desenho Urbano em relação à sustentabilidade dos centros urbanos em geral e com ênfase ao recurso da água com aspectos de poluição desse recurso e do fenômeno da inundação.

O Capítulo 3 apresenta a estratégia de pesquisa que abrange a organização necessária para que a dissertação aconteça de forma organizada e com resultado científico. O Capítulo 4 apresenta o recorte de estudo e os estudos de caso, onde são levantados os dados práticos que caracterizam a pesquisa na realidade do campo. É o momento da pesquisa exploratória quando se verificam aspectos das questões do problema de pesquisa e se os objetivos podem ser alcançados.

O Capítulo 5 compreende a discussão, onde a autora tem a oportunidade de analisar e apresentar os resultados, além de buscar as respostas aos questionamentos iniciais da pesquisa onde são apresentados os resultados da avaliação do campo. O Capítulo 6 refere-se às conclusões onde são feitas as considerações finais e onde a autora tem a possibilidade de opinar, criar e sugerir a respeito do objeto da dissertação e eventualmente possibilitar meios para trabalhos futuros.

O Capítulo 7 apresenta-se a lista de referências dos autores e pesquisadores que através de conteúdos publicados possibilitaram a base teórica da dissertação, como também a lista dos atores e técnicos que fazem parte dos estudos de caso. Estes contribuíram com sua experiência, passando informações através de entrevistas como também disponibilizando material fotográfico ou documental para enriquecer os estudos de caso.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica compreende temas que abrangem a contextualização ambiental da ocupação urbana sobre corpos hídricos, Desenho Urbano, suas influências no meio ambiente e no recurso água.

Mundialmente, a ocupação urbana em áreas de várzea de bacias hidrográficas vem causando o comprometimento de recursos hídricos dentre outros com a deterioração constante das águas e suas consequências, sendo uma das responsáveis pela degradação ambiental. Ações efetivas para a recuperação do ambiente natural compreendem a implantação de programas de gerenciamento das bacias hidrográficas, utilizada como unidade de planejamento e gestão territorial.

É essencial compreender o espaço urbano, estudar e analisar a forma urbana e seu crescimento como subsídios às políticas de planejamento. Frequentemente são feitos estudos que mostram que o crescimento das cidades é um processo dinâmico, que invade constantemente áreas que não são adequadas para usos do solo urbano (SOARES, *et al.*, 2009, p 103).

Os centros urbanos com suas necessidades de ampliação são responsáveis, mundialmente, por ações e intervenções que afetam, através da ocupação de áreas de bacias hidrográficas, diretamente os corpos hídricos, componentes desses sistemas. Em todo o planeta o ambiente construído afeta o ambiente natural, sendo que, somente há poucas décadas, a partir de meados do anos 1960, a degradação do meio ambiente tornou-se preocupação relevante para a humanidade.

A Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente Humano, conhecida como Conferência de Estocolmo, realizada em 1972 em Estocolmo, na Suécia, foi a primeira Conferência global voltada para o meio ambiente, e como tal é considerada um marco histórico político internacional, decisivo para o surgimento de políticas de gerenciamento ambiental, direcionando a atenção das nações para as questões ambientais (PASSOS, 2009, p1).

Segundo o Instituto de Estudos Avançados (IEAv), a Conferencia de Estocolmo, organizada pela ONU, sobre o Meio Ambiente para a Humanidade realizada em junho de 1972 foi o evento que tornou o meio ambiente um assunto importante em nível internacional. A conferencia reuniu tanto países desenvolvidos quanto os em desenvolvimento, mas a antiga União Soviética e a maioria dos seus aliados não participaram.

Outro evento de repercussão mundial sobre Meio Ambiente ocorreu no Rio de Janeiro em 1992, a Eco-92 ou Rio-92; e resultou no documento denominado Agenda 21,

que é um plano de ação abrangente, com objetivos de aplicação global, nacional e local. Trata-se de um documento que estabelece a importância do comprometimento de países com seus governos, empresas, organizações, e demais setores da sociedade, em colaborar e investir no estudo de soluções, programas e ações para problemas socioambientais.

Cada país desenvolve a sua Agenda 21 e no Brasil as discussões são coordenadas pela Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional (CPDS). A Agenda 21 se constitui num poderoso instrumento de reconversão da sociedade industrial rumo a um novo paradigma, que exige a reinterpretação do conceito de progresso, contemplando maior harmonia e equilíbrio holístico entre o todo e as partes, promovendo a qualidade, não apenas a quantidade do crescimento (IBEA, 2012, p 1).

Recentemente, a Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, Rio + 20, que ocorreu em junho de 2012, no Rio de Janeiro, continuou colocando em debate a questão. Com isso aumentou-se a repercussão mundial do assunto, enfatizando os temas: Crescer, Incluir e Proteger como se pode observar na figura 1.

Figura 1 - Logo da Conferência Rio + 20, ocorrida na cidade do Rio de Janeiro em 2012



Fonte: [HTTP://INVERTIA.TERRA.COM.BR/SUSTENTABILIDADE/RIO20/FOTOS](http://invertia.terra.com.br/sustentabilidade/rio20/fotos), (2012)

Também com a intenção de repercutir a Conferência Rio + 20, chamando atenção da população da cidade, a estátua do Cristo Redentor, monumento mundialmente conhecido da cidade do Rio de Janeiro, visível em grande parte da cidade devido a sua localização, foi iluminado com a cor verde, cor usada como símbolo ecológico, durante o evento, como se pode observar na figura abaixo.

Figura 2 - Cristo Redentor, na cidade do Rio de Janeiro, iluminado com a cor verde durante a Rio+20



Fonte: www.tópicos.estadão.com.br, (2012)

Tema constante nos eventos citados anteriormente e muitos outros, o recurso natural água, sendo vital, está necessariamente vinculado à sustentabilidade. Sendo um recurso essencial para a sobrevivência de toda espécie de vida no planeta, questões como seu uso e sua capacidade de renovação são objetos de discussões e estudos diversos.

2.1 RECURSO ÁGUA E SUSTENTABILIDADE / OCUPAÇÃO URBANA

Dos recursos naturais, a água é dos elementos mais degradados devido ao seu uso como depósito de toda espécie de lixo, resíduos e dejetos pela sociedade humana, principalmente em regiões urbanas. Estima-se que há aproximadamente três bilhões de

anos, a quantidade de água na Terra é praticamente a mesma. O ciclo hidrológico é fechado no planeta, não tendo grande variação em volume e sendo um ambiente limitado. A relação homem-meio, sociedade-natureza, ou seja, a natureza recriada pela sociedade, a natureza da qual o homem é parte integrante e não apenas da qual atua como mero agente antrópico possui na água o recurso primário para a sobrevivência. Observa-se no processo histórico que o conceito de ambiente como produção social efetivamente é - e todas as interações econômicas, sociais e políticas desenvolvidas pela sociedade - a causa nos últimos dois séculos da maior ação devastadora de recursos naturais que se tem conhecimento na história da humanidade.

Assim, ao considerarmos o ambiente como o resultado da produção social, significa analisá-lo dentro da seguinte estrutura: uma configuração territorial ou espacial, formada pelo arranjo dos objetos naturais e criados pelo homem e a dinâmica social construída de variáveis econômicas, culturais e políticas, que a cada momento histórico dão uma significação e um valor específicos do meio técnico criado pelo homem (ALMEIDA *et al*, 2003).

A interação entre o homem e o ambiente ocorre pelo uso dos recursos naturais como fonte de matéria e energia necessárias para o desenvolvimento das funções vitais do ser humano e como receptor de seus resíduos. Nas áreas urbanas essa interação é desequilibrada devido à grande concentração da população. Referindo-se à água doce, sabe-se que o seu uso aumentou enormemente nas últimas décadas, seja para os consumos humanos, industriais ou agrícolas, devido à suprir as necessidades da população mundial que quadruplicou no último século e vem nas últimas décadas se concentrando expressivamente em ambientes urbanos. É comum a ocupação de áreas de bacias hidrográficas para a instalação de sítios urbanos, com o crescimento populacional que vem ocorrendo. Muitas vezes as ocupações se apresentam em áreas de mananciais e regiões sujeitas à invasão pelos corpos hídricos em épocas de cheia. Com a ocupação urbana, acontece a remoção florestal, a ocupação do solo pelo ambiente construído, o aumento de lançamento direto de lixo e esgoto nos corpos hídricos, a localização de aterros sanitários em mananciais, a mudança da permeabilidade do solo e a sobrecarga de poluição nos corpos hídricos. Esta pressão traz como efeitos à qualidade da água o aumento da DBO (potencial ou capacidade de uma massa orgânica “roubar” o oxigênio dissolvido nas águas). Esse “roubo” não é praticado diretamente pelo composto orgânico, mas sim é resultado da atividade de micro-organismos que se alimentam da matéria orgânica, coliformes e outros contaminantes.

Além disso, os fatores industriais acarretam a redução da disponibilidade da água e a competição pela água de boa qualidade para fins de abastecimento público e industrial, próximo a centros urbanos, tornando-se um recurso cada vez mais escasso e com qualidade cada vez mais baixa.

Outro fator, a atividade agrícola e seus efeitos, também contribuem para a degradação da água, havendo uma dependência dos fatores urbanos, industriais e rurais. Vale mencionar alguns problemas relacionados. A ampliação da fronteira agrícola, pela necessidade de aumento da produção para alimentar a população em crescimento, caracteriza-se principalmente pela derrubada da mata para uso e manejo do solo adotado pela prática agrícola, onde geralmente está degradando paulatinamente os recursos pela erosão do solo e o uso indiscriminado dos adubos nitrogenados e agrotóxicos que contaminam a água, seja pela irrigação natural ou artificial ou pela absorção do solo atingindo lençóis ou reservatórios de água (HARDT, C. *et al.*, 2000; ALMEIDA *et al.*, 2003; COSTA e BARROS JÚNIOR, 2005; PERDIGÃO, J.E.C. 2010).

Na análise de questões ambientais, os estudos considerando a bacia hidrográfica como unidade básica de planejamento para a avaliação dos diferentes aspectos geomorfológicos, escoamento e aproveitamento da água, e, da ocorrência, uso e ocupação do solo, tem grande importância nos contextos técnico - científicos aplicados (STEINER, 1970; *apud* RODRIGUES, *et al.*, 2009, p 315).

Segundo dados da ONU e conforme se apresenta no Quadro 1, em base volumétrica, e se tratando de água doce, a América Latina apresenta-se como o bloco geoeconômico com melhor disponibilidade de água doce do planeta, possuindo uma quantidade muito superior à média mundial.

Quadro 1 Disponibilidade *per capita* de água doce para o ano 2000

BLOCO	Estimativa da população (milhões)	Participação (%)	Disponibilidade <i>per capita</i> (m ³ .ano. ⁻¹)
África	790	13	3.966
América Latina	508	8	24.973
Àsia	3378	61	4.050
OCDE	1061	18	11.196
Mundo	6037	100	7.055

Fonte: ONU (2007)

Apesar de apresentarem uma boa disponibilidade *per capita*, os países da OCDE (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico), devido ao desenvolvimento produtivo dos setores industrial e agrícola, têm os recursos hídricos já afetados tanto na qualidade quanto na quantidade. Percebe-se que a África e a Ásia apresentam situações preocupantes, devido à grande população que nesses blocos se concentram (ONU, 2007).

O Brasil, apesar de ser um país privilegiado em termos de disponibilidade hídrica global, com a grande concentração da população brasileira em conglomerados urbanos, existe o aumento crescente da exigência de recursos hídricos. Cidades como São Paulo, Campinas, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Recife, Fortaleza e Brasília apresentam situação mais crítica quanto à disponibilidade hídrica *per capita*. Já as regiões metropolitanas de Salvador, Curitiba e Goiânia estão no limite ‘sustentável’. As regiões metropolitanas de Porto Alegre, Belém e Manaus não apresentam problemas de disponibilidade hídrica, por estarem localizadas próximas a fontes de vazão elevada (DEMANBOR e MARIOTONI, 2001; COSTA e BARROS JÚNIOR, 2005).

Sustentável é o que tem condições para se manter ou conservar; sustentabilidade é a qualidade ou condição do que é sustentável. Sustentabilidade é o processo com habilidade de manter o uso de recursos naturais para as gerações futuras, ou seja, o uso destes recursos para satisfazer as necessidades da geração atual não pode comprometer o uso dos mesmos recursos para as futuras gerações. Esse processo envolve variáveis diversas dentre as quais podemos citar questões sociais, ambientais, energéticas e econômicas. O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu a partir dos estudos do Relatório Brundtland. Neste, o documento intitulado Nosso Futuro Comum (*Our Common Future*), publicado em 1987, o desenvolvimento sustentável é concebido como: o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades.

No início da década de 1970, na Conferência de Estocolmo, organizada pela ONU em 1972, esse conceito foi colocado como uma resposta à preocupação da humanidade, diante da crise ambiental e social que se abateu sobre o mundo desde a segunda metade do século passado. Tal conceito, que procura conciliar a necessidade de desenvolvimento econômico da sociedade com a promoção do desenvolvimento social e com o respeito ao meio ambiente, hoje é um tema indispensável na pauta de discussão

das mais diversas organizações, e nos mais diferentes níveis de organização da sociedade, como nas discussões sobre o desenvolvimento dos municípios e das regiões, correntes no dia-a-dia de nossa sociedade.

No Brasil, como em diversos outros países, constata-se que a ocupação urbana descontrolada é um risco para a sustentabilidade do recurso natural água, sendo que o desenvolvimento urbano é considerado o fator que mais afeta e compromete a conservação dos mananciais. O processo de expansão da cidade invadindo mananciais antes distantes da ocupação urbana, como quaisquer ações em bacias hidrográficas afetam a qualidade da água e sua sustentabilidade. Além disso, devido à concentração urbana nesses ambientes naturais, vários conflitos e problemas têm sido gerados pelo efeito antrópico, ainda relacionados à água, como o aumento do risco das áreas de abastecimento com a poluição orgânica e química, a contaminação dos rios por esgotos doméstico, industrial e pluvial, a geração de inundações urbanas pela extensiva ocupação do espaço e pelo gerenciamento legal nacional e estadual inadequado da drenagem urbana (ONU, 1987; YOSHIMOTO, 2003; TUCCI, HESPAHOL e CORDEIRO NETTO, 2003; GONÇALVES, 2005; PERDIGÃO, 2010; PRIBERAM, 2013).

Não é simplesmente a ação em torno do espelho d'água que faz com que você degrade mais ou menos. Muito ao contrário: pode ocorrer o surgimento de uma área industrial distante desse espelho d'água principal, mas com grande capacidade de poluição e, portanto, com possibilidade de degradar totalmente esse manancial. É muito importante que a população esteja consciente de que é preciso disciplinar todo tipo de uso e ocupação do solo das bacias hidrográficas, principalmente das bacias cujos cursos d'água formam os mananciais que abastecem a população (YOSHIMOTO, 2003, p 6).

No Brasil, a gestão e a legislação do recurso natural água, suas reservas e corpos hídricos têm sido amplamente discutidas. O recurso natural água é citado no Código Florestal Brasileiro que, em seu início em parágrafo único, define princípios tendo como objetivo o desenvolvimento sustentável. São os seguintes os princípios onde se referencia a água: I – afirmação do compromisso soberano do Brasil com a preservação das suas florestas e demais formas de vegetação nativa, bem como da biodiversidade, do solo, dos recursos hídricos e da integridade do sistema climático, para o bem estar das gerações presentes e futuras; [...]; III - ação governamental de proteção e uso sustentável de florestas, consagrando o compromisso do País com a compatibilização e harmonização entre o uso produtivo da terra e a preservação da água, do solo e da

vegetação; [...] V - fomento à pesquisa científica e tecnológica na busca da inovação para o uso sustentável do solo e da água, a recuperação e a preservação das florestas e demais formas de vegetação nativa; [...] (BRASIL, 2012).

Observa-se na discussão, na análise e nos parâmetros para questões ambientais em relação ao recurso água e suas bacias hidrográficas, como colocado no resumo, uma mudança de abordagem nas últimas décadas, conforme os autores, Penning Rowsell, (1997) *apud* Almeida e Carvalho (2009); Saraiva, (1999) *apud* Almeida e Carvalho (2009); Franco, (2001); Costa, (2006), entre outros. Além disso, tem atualmente relevância no contexto científico sendo objeto de estudos conforme se observa a seguir.

2.2 ARTIGOS CIENTÍFICOS REALIZADOS

Considerando o fato da mudança de abordagem em relação à discussão sobre sustentabilidade referente ao recurso água, observa-se o desenvolvimento de estudos científicos referentes à ocupação urbana em áreas de mananciais, rios, córregos e outros corpos hídricos como também estudos referentes à recuperação e revitalização desse recurso, conforme alguns citados no próximo item, entre tantos outros.

Não sendo possível nesta pesquisa ler todo o estado da arte mundialmente elaborado, foi reunido a seguir, um grupo de estudos que demonstram relativamente o quanto a urbanização é tema para inúmeras questões de pesquisa, com trabalhos relativos à gestão urbana e/ou à ocupação urbana em regiões de bacias hidrográficas, abordando a sua interferência adequada ou não em relação ao meio ambiente natural. Estas leituras possibilitaram a esta pesquisadora compreender melhor, em parte, o universo a que se propôs estudar, que trata da relação Desenho Urbano e corpos hídricos. A urbanização, fenômeno humano ampliado na sociedade atual, atinge inúmeras vezes os corpos hídricos, causando impactos ambientais com ocupações irregulares em áreas de mananciais ou da várzea de rios; estes assuntos são objeto de estudos que tratam desde a recuperação do recurso água, a revitalização de corpos hídricos até a execução de obras relacionadas a ambientes construídos nestas áreas e suas populações atingidas por inundações, entre outros.

2.2.1 Estudos desenvolvidos por pesquisadores estrangeiros

Estudos referentes à ocupação urbana em áreas de bacias hidrográficas demonstram a mudança de abordagem em relação ao tema e possibilitam a pesquisa em todo o mundo. Estudos sobre o tratamento da água com novas técnicas, estudos sobre revitalização de corpos hídricos, entre outros, enriquecem o conhecimento referente ao abastecimento da água para centros urbanos, despoluição de corpos hídricos em áreas urbanas, relação Desenho Urbano e meio ambiente referente ao recurso água.

O trabalho de Marvin e Laurie (1999) aborda o abastecimento de água em países em desenvolvimento. A evolução da gestão municipal, baseada em dados estatísticos, do uso de recursos hídricos para o abastecimento de água em centro urbano é pesquisada no estudo de caso de Cochabamba na Bolívia, argumentando que o fornecimento de água no local é caracterizado por dois circuitos, sendo um com redes de distribuição formalmente organizadas e outro com um sistema informal de vendedores de água. Aborda um novo estilo de gestão da água, que sendo implantado desafia a lógica produtivista que tem criado e mantido essas redes duais. O estudo de caso da privatização da água na cidade de Cochabamba, Bolívia, ilustra como essa lógica, emergente no local, está reconfigurando a gestão das redes de águas residuais urbanas com a mudança de opção de fornecimento através de esforços para unificar as redes formais e informais, possibilitando incluir socialmente o usuário da rede informal e tornar a gestão da água mais sustentável.

O tratamento de águas residuais municipais e industriais é estudado por Pain *et al.* (2002) em processo de melhoria. Efluentes são em geral produtos líquidos ou gasosos consequentes de esgotos domésticos urbanos ou produzidos por indústrias ou pela agricultura, lançados no meio ambiente. O tratamento dos efluentes urbanos é uma necessidade e passa cada vez mais por exigências da legislação ambiental. Soluções eficazes são pesquisadas e o trabalho aborda uma tecnologia para tratamento de águas residuais municipais e industriais.

Soluções para a revitalização de corpos hídricos também são pesquisadas no estudo de Mbuligwe e Kaseva (2005), onde foram investigadas a poluição e autopurificação como tendências de um rio urbano, o rio Msimbazi, na cidade de Dar es Salaam, Tanzânia. Investigações no local e análises de qualidade da água foram feitas. O rio está poluído em termos de concentrações elevadas de orgânicos e nutrientes, baixo

oxigênio dissolvido e contagens elevadas de organismos indicadores. A poluição bacteriológica aumentou com a distância à jusante do rio, uma tendência atribuível a um aumento na captação de fontes de poluição, que são sistemas de saneamento no local. Embora o rio tenha uma capacidade de auto purificação apreciável, a capacidade é prejudicada por sobrecargas de poluição persistentes. A situação de poluição do rio é atribuível à sua expansão, sendo ladeado por habitats humanos e vibrantes indústrias, atividades institucionais e socioeconômicas. Provisão para prévio tratamento de descargas para o rio é apresentada como uma medida corretiva para a poluição observada. Correspondentes medidas sociais corretivas também são recomendadas; estas incluem a sensibilização dos poluidores sobre méritos de práticas de proteção ambiental, como produção mais limpa e aplicação rigorosa da legislação.

Corpos d'água superficiais podem ser progressivamente objeto de um crescente estresse como resultado de processos ambientalmente degradantes, principalmente relacionados a atividades antrópicas. De acordo com Massoud *et al.*(2006) no estudo sobre o rio Ali Abou, no norte do Líbano, o impacto do uso da terra e atividades terrestres sobre a variação da qualidade da água são avaliados e examinados. É o primeiro estudo detalhado de seu tipo no Líbano e acrescenta ao conhecimento existente, lançando luz sobre um rio relativamente pequeno, no Mediterrâneo, em um país em desenvolvimento, onde há uma escassez de estudos. A avaliação foi realizada no final da estação seca, em 2002 e 2003 e no final da estação chuvosa, em 2003 e 2004. O estudo demonstrou a importância das influências antrópicas sobre a qualidade da água da Bacia do rio Abou Ali. As concentrações da maioria dos contaminantes foram maiores em locais com maior atividade humana. A área mais prejudicada foi a seção do rio que flui através de uma região totalmente urbanizada e densamente povoada; a aglomeração de Trípoli, onde concentrações de contaminantes foram enriquecidos por uma combinação de descarga de esgotos e fluxo de contaminantes a montante. Se o rio Abou Ali é para ser utilizado como um recurso hídrico em gestão e a qualidade de sua água sustentada, descargas de fontes pontuais necessitam de tratamento e gestão do uso da terra deve ser planejada para minimizar o impacto de fontes difusas de poluição no rio. A prioridade deve ser dada para a implantação e execução da precaução e do poluidor-pagador. Além disso, um quadro jurídico eficaz é necessário para encorajar o investimento na redução de resíduos e controle introduzindo práticas ecologicamente corretas.

Perspectivas sobre tecnologias sustentáveis de tratamento de águas residuais e opções de reutilização nas áreas urbanas da região do Mediterrâneo são discutidas por Bdour (2009) em várias opções de tratamento de esgoto em áreas urbanas da região do Mediterrâneo. O primeiro foi descentralizando o tratamento, ao invés de instalar dispendiosos sistemas de esgotos, que combinam e aumentam o volume dos resíduos. O seguinte envolveu a escolha de uma tecnologia de tratamento adequado para a comunidade onde se propôs vários tipos de lagoas incluídas em zonas úmidas, de fluxo ascendente com manta de lodo e tratamento do solo aquífero. A característica comum de todos os tipos descritos no artigo é que eles encorajam a tecnologia "zero - descarga". Esta abordagem cíclica, em vez de linear inclui a reutilização do tratado efluente para reutilização agrícola. A reutilização de águas residuais diminui o dinheiro gasto com fertilizantes e é considerado seguro, uma vez que tem sido tratada por micro-organismos.

Os tradicionais sistemas de tratamento lineares devem ser transformados em tratamento cíclico para promover a conservação de recursos hídricos e de nutrientes. Utilizando ciclos de nutrientes orgânicos de resíduos, a partir do ponto de 'geração-a-ponto' da produção, fecha o ciclo de recursos e proporciona uma abordagem para a gestão dos recursos de águas residuais valiosos. As áreas urbanas de muitos países do Mediterrâneo estão crescendo rapidamente; e sistemas de saneamento ecológico devem ser implantados. O tratamento cíclico é sustentável e tem a capacidade de se adaptar e crescer com as necessidades de saneamento da comunidade. A fim de decidir qual o sistema de tratamento é adequado, deve-se considerar o clima da área, topografia, e fatores socioeconômicos. Há ainda uma grande necessidade nesta área de pesquisa para melhorar ou aperfeiçoar os atuais métodos de tratamento de águas residuais. O resultado de uma maior atenção a este tema irá melhorar a saúde, economia e condições agrícolas de uma comunidade em desenvolvimento, inclusive em relações a inundações.

Conforme Vollmer (2009), a reabilitação urbana em orla marítima pode ser uma estratégia de desenvolvimento sustentável. O artigo examina esta reabilitação em cidades chinesas. Apesar da reabilitação a beira-mar ser cada vez mais empregada em outras cidades do mundo desenvolvido, os benefícios ambientais não são sempre claros. No entanto, a China, como outros países em desenvolvimento, tem mostrado interesse nessa estratégia, para melhorar a qualidade de água local através da modernização de gestão ambiental e consequente melhora da qualidade de vida dos residentes urbanos. O

artigo analisa três projetos desse tipo: o do rio Qinhuai, Projeto de Melhoria Ambiental em Nanjing; o do Suzhou Creek , a Reabilitação, em Xangai; e do Wuli, Reabilitação Lago em Wuxi. Embora hidrovias não possam ser restauradas para as condições originais, as melhorias incrementadas parecem ser um catalisador necessário para o desenvolvimento urbano sustentável.

Em relação ao recurso água e as possibilidades de seu uso, o estudo de Khan (2010) aborda a quantificação dinâmica de equilíbrio e salinidade da água de aquífero para minimizar os impactos ambientais de um sistema de tratamento de efluentes em terra na China; e apresenta uma estrutura de modelagem para avaliar a carga hidráulica e impactos sobre o sistema de águas subterrâneas subjacentes a uma grande escala do sistema de tratamento de efluentes em terra, para o tratamento de esgoto urbano de Yanggao County, no norte da província de Shanxi, na China. Este sistema de tratamento é chamado de "filtração e cultivo irrigados para Tratamento e Reuso de Efluentes Terra" abreviado como filtro. As operações do filtro incluem irrigação intensiva de culturas com filtração urbana; efluentes através da matriz do solo; e bombeamento e reuso de água, melhoria da qualidade de drenagem. A análise do fluxo limite realizado para quantificar o impacto líquido do filtro no entorno indicaram que um sistema de drenagem bem projetado e gerenciado, pode ser usado em um sistema de captação para a gestão produtiva e ecológica de águas residuais domésticas em áreas urbanas. Resultados desta tecnologia inovadora a partir dos ensaios de campo na Austrália e na China são promissoras para aplicações mais amplas.

Segundo Gaborit *et al.*(2010), a bacia do rio Saint-Charles, a primeira fonte de água potável para a cidade de Quebec no Canadá, necessita uma melhor gestão da água, tanto com pesquisa qualitativa como quantitativa. A modelagem hidrológica pode ajudar os gestores na tomada de decisão sobre a água. Este trabalho diz respeito à aplicação de distribuição no solo de retirada de amostras de água para verificar a quantidade desta. Esta é uma ferramenta de avaliação da água para a simulação de fluxos de corrente nesta bacia urbanizada e relativamente montanhosa. Parece, assim, essencial, esse monitoramento, considerando a importância estratégica da bacia do rio Saint-Charles, para abastecimento de água em geral e para as atividades turísticas e de lazer, onde segundo o autor este seria um modo de inserir mais esforço na obtenção de observações climatológicas e pedológicas dentro desta bacia hidrográfica, essencial para região.

O artigo de Mark *et al.* (2010), aborda a redescoberta do valor dos rios urbanos. Comumente os rios definem os locais dos assentamentos humanos, entretanto a urbanização muitas vezes os tem degradado, na medida em que já não fornecem serviços para a sociedade de assentamentos desenvolvidos. A restauração de rios urbanos tem se expandido nos últimos anos e parte disso pode ser atribuído ao maior reconhecimento dos benefícios que os ecossistemas interligados restaurados podem oferecer para a sociedade. Este artigo analisa o impacto da urbanização sobre os rios e os serviços do ecossistema que eles fornecem; e explora a abordagem ecossistêmica da restauração. Técnicas e ferramentas para a aplicação prática da abordagem de serviços do ecossistema na conservação são consideradas, com referência a estudos de caso. Há uma necessidade de internalizar os conhecimentos de serviços ecossistêmicos em ferramentas de planejamento pragmático, transparente e de fácil administração e compreensão e, com base nas capacidades de uma gama de serviços do ecossistema em corredores fluviais. Isto é necessário se quisermos evitar a erosão contínua dos recursos críticos, tais como rios, redescobrimo os seus múltiplos valores para a sociedade; e para acelerar a tradução desses conceitos de sustentabilidade em ferramentas aplicadas.

Estudos sobre a gestão de cidades contribuem para mudança e evolução de processos sustentáveis. Cloutier *et al.* (2010), em artigo que estuda e investiga o planejamento urbano e seu desenvolvimento, faz uma abordagem local na cidade de Montreal e sua comunidade através de um relatório de revitalização integrada e urbana e da valorização do que se encontra em Montreal no Canada.

As cidades atuais são dependentes de sistemas de infraestrutura vastos para entregar um fornecimento constante de água potável e sistemas de esgotos para a remoção de superfície e águas residuais. Este artigo de autoria de Bell (2012) investiga a infraestrutura hídrica urbana como um sistema complexo. Sistemas existentes tornam-se críticos quando o crescimento da demanda de água supera os recursos hídricos locais. Isso representa um potencial ponto de bifurcação a partir do qual estruturas alternativas e padrões de organização estão surgindo nas últimas décadas. Um caminho possível para os futuros sistemas urbanos de água depende do desenvolvimento de novas fontes de água, incluindo a dessalinização. Esta tendência continua a expandir os limites dos sistemas de águas urbanas, aumentando a entropia fora do sistema, enquanto requer entrada de energia mais elevada para manter a ordem dentro do sistema. Uma via alternativa envolve a emergência de sistemas distribuídos de coleta e reutilização de

água não potável para atender a demanda. Isso poderia resultar em aumento da complexidade de instalação em toda a cidade, como sistemas de água não-potável em equipamentos de uso doméstico e de vizinhança.

2.2.2 Estudos realizados por pesquisadores brasileiros.

Começando pelo artigo de Silva e Machado (2001), observa-se que o mesmo se refere à gestão urbana e seus serviços que acontecem em redes subterrâneas e o controle público do subsolo. Estuda as principais atribuições de competências estabelecidas pela Constituição Federal e mostra que, embora exista o apoio de princípios constitucionais para um papel proativo dos municípios e das entidades supra-municipais, regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, essa ação não ocorre na prática.

Com o objetivo de promover a reflexão sobre os impactos ambientais ocasionados pela urbanização, o estudo avalia a relação entre expansão urbana e histórico de ocorrência de inundações e alagamentos. Estas ocorrências em uma cidade média brasileira, no caso São Carlos no Estado de São Paulo. Neste estudo o levantamento de notícias históricas de jornal tem como objetivo resgatar informações sobre transformações físicas territoriais e ocorrência de inundações e alagamentos em uma bacia urbana sem sistematização de dados históricos. Os métodos utilizados relacionam dados sobre evolução da urbanização, população e de ocorrência de inundações e alagamentos na Bacia do Gregório, especificamente no período de 1940 a 2004. Os resultados demonstram que a urbanização da bacia teve influência no aumento da frequência de inundações e alagamentos, bem como no aumento da magnitude de seus impactos. Tais resultados indicam que a inclusão do histórico da ocupação territorial é um elemento crucial no processo de tomada de decisões para o planejamento territorial futuro. A abordagem histórica da drenagem urbana fornece subsídios para a implementação de políticas públicas que objetivem a recuperação ambiental e a redução dos impactos gerados por inundações e alagamentos (MENDES e MENDIONDO, 2007).

O estudo de Lima, Campos e Terbeck (2009) propõe uma reflexão sobre a densidade e índices de ocupação dos loteamentos como uma das evidências do processo de ocupação no caso considerado fator de risco para o abastecimento público da Região Metropolitana de Curitiba (RMC). São levantados dados de densidade de ocupações

legais e ilegais nos municípios de Pinhais e Piraquara, em três recortes espaciais específicos, nos anos 2000 e 2005; e é apresentada uma discussão dos resultados com o objetivo de analisar a configuração de um adensamento urbano que resulta em aparente contradição com a conservação dos mananciais que abastecem o polo urbano metropolitano, o qual concentra 90% da população regional.

O adensamento urbano na área leste da RMC também contraria diretrizes de ordenamento das estruturas físicas, fluxos e equipamentos de suporte ao desenvolvimento regional, ditadas desde os anos 1970 e que foram atualizadas pela Coordenação de Desenvolvimento Urbano de Curitiba (COMEC) em 2001. Existem pressões para ocupação dessas áreas e outras próximas devido às facilidades que apresentam no cotidiano de pessoas de várias classes de renda, como deslocamento com uso do sistema integrado de transporte coletivo; e toda uma otimização da relação tempo-espço para realização do acesso a locais de trabalho, de atendimento de saúde, educação, comércio e lazer. A área leste da RMC congrega áreas urbanas antigas, mais consolidadas e áreas ocupadas mais recentemente, desde os anos 1980. Estas se encontram em consolidação e invariavelmente possuem grupos de lotes ocupando as margens dos corpos d'água os quais conformam mananciais que garantem $\frac{3}{4}$ da água consumida pelo polo regional, onde o censo de 2000 contabilizou 2.560.161 habitantes, fonte (IBGE, 2000).

Com previsão de população de 3.629.613 habitantes para 2010, fonte (IBGE, 2004), o chamado “núcleo urbano central” – NUC, constituído na época do estudo por 12 municípios é atendido pela água dos mananciais situados a leste em 70% do total consumido. A ocupação urbana da área é proveniente de processo de aprovação de grande número de lotes deflagrado há décadas, antes de 1950 e anteriormente à elaboração do Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Curitiba - PDI, aprovado em 1978. A ocupação urbana na área dos municípios de Pinhais e Piraquara, propõe uma reflexão sobre a densidade e índices de ocupação dos loteamentos como uma das vidências do processo de ocupação aqui considerado fator de risco para o abastecimento público da Região Metropolitana de Curitiba. A ocupação populacional da área é o problema abordado, e o estudo descreve a forma como se desenvolveu essa ocupação através dos últimos anos e sinaliza para ações necessárias. O problema é grave, mas pode ser minimizado, com algumas ações relacionadas, como por exemplo: investimentos do governo e da sociedade, educação da população,

continuidade de estudos e pesquisas, divulgação séria da situação; conjunto de movimentos que permitem mudanças e sua manutenção, com fiscalização e conscientização da população.

Outro aspecto muito discutido na atualidade por pesquisadores dos fenômenos urbanos é a percepção dos riscos ambientais; e consequente caos urbano. Em estudo segundo Alves e Ribeiro (2006), são abordadas as enchentes e suas repercussões nas políticas públicas da Região Metropolitana de São Paulo. No caso da sociedade brasileira em geral, existe a concepção dominante de que os modelos de expansão urbanos, adotados nas grandes metrópoles são responsáveis por graves problemas geoecológicos que estas apresentam. No entanto, esta percepção não é muito clara e muda constantemente, evoluindo por força dos acontecimentos. No caso da Região Metropolitana de São Paulo, os riscos hídrico-meteorológicos são constantemente invocados como graves, merecendo, por parte dos poderes públicos, grande atenção. O artigo analisa os mecanismos decisórios e as políticas públicas tomadas em função da percepção de caos urbano decorrente de grandes episódios de inundação, entendidos no estudo como aqueles capazes de literalmente paralisar o ritmo diário de uma metrópole como São Paulo.

Considera-se uma situação caótica como aquela capaz de provocar a interrupção do sistema de transportes, impedir a livre circulação de pessoas e mercadorias e gerar enormes prejuízos financeiros e materiais; suscitando o aparecimento de grande número de vítimas. Esta percepção de risco é confrontada com os dados climatológicos de cada situação calamitosa e também com as repercussões destes eventos nos processos decisórios. Os autores pretenderam desta forma, contribuir com o aperfeiçoamento do planejamento urbano, na gestão compartilhada das águas; e também com o estabelecimento de padrões de análise nos quais se possam verificar os progressos ou retrocessos na gestão.

A restauração de rios urbanos é uma abordagem recente no Brasil, mas que é desenvolvida há pelo menos 30 anos em países como Estados Unidos, Reino Unido, Alemanha e Austrália. No estudo de Macedo, Callisto e Magalhães (2010), a restauração de cursos de água em áreas urbanizadas com perspectivas para a realidade brasileira é pesquisado trazendo à realidade brasileira abordagens nesta linha como um grande desafio, pois a tradição nacional é de canalizar os rios urbanos e utilizá-los para o transporte de efluentes, além de viabilizar o sistema viário. O artigo avalia o emprego

atual desta temática e relata um estudo de caso sobre como novas soluções para a macrodrenagem urbana sob a ótica da restauração de cursos d'água foram implantadas em um córrego urbano em Belo Horizonte, capital do Estado de Minas Gerais. Esta é uma abordagem tecnicamente viável na realidade brasileira, integrando a malha urbana e o sistema de drenagem pluvial ao curso d'água; e este apresentando a qualidade hídrica conforme a Classe 2 estabelecida na Resolução CONAMA 357/2005 (ver anexo). No Brasil, as intervenções de restauração devem ser voltadas para o saneamento ambiental, com o correto gerenciamento de esgotos e relocação de famílias de áreas irregulares para que intervenções não-estruturais como parques lineares possam ser implantadas nas grandes cidades brasileiras.

Segundo Righi e Robainba (2010), os municípios que margeiam o rio Uruguai têm sido atingidos frequentemente por enchentes que deixam grande número de pessoas desabrigadas e, em algumas vezes, até vítimas fatais. No artigo, os autores têm como objetivo central realizar um levantamento da ocorrência de enchentes nos municípios que margeiam o rio Uruguai no Estado do Rio Grande do Sul no período compreendido entre 1980 a 2005. Os objetivos específicos apresentam de forma cartográfica os municípios nos quais ocorreram tais eventos, como também pretendeu relacionar cada evento de enchente com a quantidade pluviométrica diária coletada em dez estações meteorológicas distribuídas nas sub-bacias hidrográficas do rio Uruguai. Os dados referentes às enchentes foram pesquisados junto ao acervo do jornal Zero Hora e no Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul; os dados pluviométricos foram obtidos na Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) e junto a Agência Nacional das Águas (ANA). As análises dos dados pluviométricos foram realizadas através da técnica estatística paramétrica.

A análise das precipitações das dez Estações meteorológicas e os municípios atingidos em cada ocorrência de enchente foi realizada observando primeiramente a abrangência do evento e posteriormente a quantidade de chuvas nas Estações pluviométricas significativas, estando apresentados em cartogramas. Dessa forma, o trabalho contribuiu como fonte descritiva histórica dos eventos de inundações, os quais podem, direta ou indiretamente, interferir na maioria das atividades humanas realizadas. O conhecimento do regime pluviométrico em relação à ocorrência de enchentes permite um planejamento dos espaços que utilize os recursos hídricos de forma mais eficiente e racional.

Conforme observamos anteriormente, estudos científicos são base teórica para muitos projetos, programas e ações da gestão pública e particular em nível internacional e nacional. O aumento do conhecimento favorece a dinâmica da relação sociedade humana responsável pelo ambiente urbano construído que necessita de recursos naturais para se manter e desenvolver. O uso antrópico de recursos como a água passa por questionamentos essenciais para a sua manutenção como recurso vital, tendo no crescimento populacional e na urbanização das últimas décadas seu maior desafio.

2.3 URBANIZAÇÃO E CORPOS HÍDRICOS

A interação entre o homem e o ambiente ocorre pelo uso dos recursos naturais como fonte de matéria e energia necessárias para o desenvolvimento das funções vitais do ser humano e como receptor de seus resíduos. Nas áreas urbanas essa interação é desequilibrada devido a grande concentração da população. Segundo Mota, (1999) a cidade pode ser entendida como um ecossistema formado por dois sistemas básicos:

- a) natural – englobando componentes abióticos (meio físico – composto pelo clima e ar, água, solo e subsolo) e bióticos (meio biológico – integrado pela flora e fauna);
- b) antrópico – compreendendo o homem e suas atividades, relacionados aos aspectos territoriais, sociais, culturais, econômicos e institucionais.

Conceituando dessa forma pode-se obter uma visão organizada da posição de cada sistema e situar a relação entre eles. O desenvolvimento de centros urbanos nas últimas cinco décadas, como comentado antes, promove o uso do recurso água de intensidade nunca ocorrida anteriormente na história da humanidade, causando direta e indiretamente a poluição desse recurso (TUCCI, 2003; ALVES e RIBEIRO, 2006).

2.3.1 Urbanização e poluição dos corpos hídricos

A poluição da água é uma das mais preocupantes formas de poluição, tanto pela sua importância para a sobrevivência do homem como pelas diversas formas como pode ocorrer. As principais formas de poluição da água são as formas diretas como o lançamento de resíduos, líquidos e sólidos, nos corpos hídricos; e as formas indiretas,

pela contaminação dos corpos hídricos por impurezas do ar e do solo. O lançamento de esgotos tratados ou não em córregos e rios é uma das principais causas da degradação de mananciais de água potável. O esgoto, de acordo com sua origem e composição, pode ser classificado em ‘água cinza’ que são águas servidas de pias, chuveiro, lavadora de roupas; e ‘água negra’ que é o esgoto proveniente da bacia sanitária, composto principalmente por água, urina e fezes. O esgoto formado por conteúdo orgânico e água possui microrganismos causadores de doenças, tendo potencialmente maior risco de contaminação.

Mundialmente cinco milhões de mortes são causadas por doenças de veiculação hídrica por ano, ocorrendo não só pela ausência de sistemas de tratamento de esgotos, mas também pela sua sobrecarga ou mau funcionamento, sobretudo em países do terceiro mundo. O conceito de separar na fonte é uma solução para o tratamento dos esgotos, o que permite a adequada seleção de diferentes tipos de efluentes. Essa separação permite o tratamento de menor quantidade para o reuso na fonte e, conforme as características dos materiais existentes, uma solução técnica para o reuso eficiente da água, minimizando o risco de grandes acidentes com águas servidas. Estas águas podem atingir a população direta ou indiretamente, inundando regiões ocupadas ou atingindo reservatórios de águas limpas, causando sua poluição, sendo que em uma região com alta ocupação, onde o ambiente construído é aglomerado, o risco de afetar um maior número de pessoas cresce conforme aumenta a densidade populacional (PAULO e BERNADES, 2008; ABIKO e MORAES, 2009).

2.3.2 Ocupação urbana, inundações e enchentes

Normalmente, os rios apresentam dois leitos, sendo um menor, onde a água escoar a maior parte do tempo e o outro maior, que é ocupado pelas águas periodicamente entre um ano e meio e dois anos. As cheias que atingem áreas ribeirinhas são um processo natural quando o rio escoar pelo seu leito maior, sendo uma decorrência do processo natural do ciclo hidrológico. Com a ocupação urbana do leito maior, ocorrem riscos frequentes em períodos que o rio escoar neste leito. Com isso, dependendo da situação deste leito maior, ocupado ou não por população, haverá inundação ou enchente. As definições dos termos inundação e enchente passam por diferenças fundamentadas no tipo da ocorrência, sendo totalmente natural ou

influenciada ou maximizada por causa antrópica. Enchente é o fenômeno natural que ocorre em área onde o corpo hídrico na cheia não atinge a população. O oposto se dá na inundação, quando ocorre o atingimento de área ocupada por população, podendo a cheia de um corpo hídrico ser causada naturalmente e atingir a população encontrando-se esta instalada no leito maior do corpo hídrico ou quando uma modificação origina ou agrava a cheia. Ambos são fenômenos eventuais que acontecem quando um corpo hídrico cresce em volume de águas devido a vários fatores, dentre eles, chuvas fortes e intensas com precipitações elevadas em curto espaço de tempo. Causas naturais e antrópicas se podem colocar para a ocorrência dos fenômenos. As naturais podem ser: a forma da bacia hidrográfica, a forma do vale, a topografia da várzea, o estrangulamento da drenagem, a vegetação da área, a permeabilidade do solo na área, a incidência de chuvas. Os fatores antrópicos podem ser: assoreamento do canal de drenagem, a existência de estrangulamento ou barragem na drenagem, o desmatamento, a impermeabilização dos terrenos na área da bacia, o lançamento de águas servidas e esgoto na drenagem, águas pluviais rapidamente conduzidas para a drenagem, elevada densidade de edificação formando ilha de calor (TUCCI, C. E. M, 2003; UNESP-IGCE/DGA, 2012; MENDES, H.C., 2004).

Segundo Mendes (2004), os principais impactos causados por inundações são as perdas materiais e humanas, interrupção de atividade econômica e social nas áreas inundadas, contaminação da população por doenças de veiculação hídrica como leptospirose e cólera, contaminação da água pela inundação de depósitos de material tóxico e estações de tratamento de esgoto, por exemplo. No Brasil, um fato relevante é que muitas cidades brasileiras apresentam ligações clandestinas de esgoto não-tratado nas redes de águas pluviais, o que ocasiona, em uma situação de inundação, contato direto da população com a água misturada ao esgoto.

Mais de 250 bilhões de dólares foram empregados mundialmente, entre 1990 e 1999, na compensação dos danos causados por inundações. Uma comparação entre as inundações e outros riscos naturais no período de 1985 a 1999 correspondem a cerca de um terço, 29% das ocorrências de catástrofes naturais, causando mais da metade (53%) das mortes causadas por catástrofes naturais, o correspondente a 382.085 mortes, também sendo responsáveis por cerca de um terço (29%) das perdas econômicas causadas por catástrofes naturais, o que corresponde a US\$ 275 bilhões (BERZ, 2000 *apud* MENDES, 2004, p 7- 8).

Os rios frequentemente escolhidos, para abrigar em suas margens assentamentos humanos são degradados pelos mesmos, deixando de fornecer seus benefícios

potenciais. A retificação dos rios que naturalmente são curvos, na maior parte de sua extensão, acelera o escoamento das águas e causa pontos de estrangulamento quando a retificação finaliza, podendo acontecer a conversão das águas e inundações quando o volume aumenta.

Inundação é o resultado de um processo de modificação e desequilíbrio da natureza por forças humanas, que acompanha o crescimento rápido e não-planejado da maior parte das cidades. Normalmente, antes da ação antrópica a várzea faz a absorção natural da água. O solo natural nas margens de corpos hídricos é uma área propícia para a cheia que absorve parte da água que a invade aproveitando os nutrientes trazidos pela água. Segundo Tucci *et al.* (2003), atualmente quase todas as várzeas nas áreas urbanas se encontram ocupadas. Muitas das margens de rios urbanos estão impermeabilizadas pelo concreto e com isso não existe a possibilidade da absorção pelo solo e o processo de escoamento das águas fica mais volumoso. Essa ação gerada pela ocupação urbana cria uma situação de incompatibilidade com o ciclo hídrico natural dos corpos de água, demonstrando isso claramente com repetidos e constantes prejuízos nos assentamentos urbanos. Inundações nestas áreas urbanas existem em muitas cidades no mundo; no Brasil podem-se observar ocorrências constantes em determinadas áreas de algumas cidades, como por exemplo, margens do rio Tietê em São Paulo e rio Iguaçu em Curitiba.

Podem-se citar como algumas causas de inundações urbanas intervenções que causam o estrangulamento do rio como, por exemplo: inclusão de aterros para modificações do terreno, construções de pilares de pontes e estruturas para avenidas, assoreamento do leito do rio, uso do corpo de água para depósito de lixo. Fatores como a drenagem das águas das chuvas através de dutos mal dimensionados ou executados erroneamente, o escoamento inadequado de águas nos corpos hídricos e a mudança da velocidade de vazão das águas devido à canalização de córregos e rios em determinadas áreas e o escoamento repentino destes em outras, são frequentes responsáveis (CAVALCANTI *et al.*, 1994 ;TUCCI, 2003).

À medida que a cidade se urbaniza, em geral, ocorre os seguintes impactos: aumento das vazões máximas [...] e da sua frequência devido ao aumento da capacidade de escoamento através de condutos e canais e impermeabilização das superfícies; aumento da produção de sedimentos devido à desproteção das superfícies e à produção de resíduos sólidos (lixo); deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea, devido a lavagem das ruas, transporte de material sólido e às ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial e contaminação de aquíferos; devido à forma desorganizada como a infraestrutura urbana é implantada, tais como: (a) pontes e taludes de

estradas que obstruem o escoamento; (b) redução de seção do escoamento por aterros de pontes e para construções em geral; (c) deposição e obstrução de rios, canais e condutos por lixo e sedimentos; (d) projetos e obras de drenagem inadequadas, com diâmetros que diminuem para jusante, drenagem sem esgotamento, entre outros. (TUCCI, 2003, p 26-27).

A ocupação urbana em áreas de corpos hídricos com Desenho Urbano inadequado à situação e ao local pode influenciar em inundações. A ocupação urbana normalmente ocasiona a mudança do uso do solo e da área permeável da região. O Desenho Urbano pode organizar e programar ações nessas áreas minimizando ou até evitando acidentes e suas consequências. O Desenho Urbano pode gerenciar a demanda de problemas consequentes da urbanização, praticando a manutenção eficaz dos sistemas e serviços necessários para funcionamento do espaço urbano.

2.4 DESENHO URBANO E SUA NOVA ABORDAGEM

O Desenho Urbano é a área do conhecimento que estuda a disposição, a aparência e funcionalidade das cidades e, em particular a forma e utilização dos espaços público e privado. Compõe o Desenho Urbano o espaço urbano público e privado, sua forma de distribuição e ocupação do território, com redes viárias, passeios, áreas verdes ou edificadas, espaços abertos como praças e largos, espaços com densidades edificadas variadas. O termo apareceu inicialmente na década de 1950 e estabeleceu-se como conceito onde a qualidade de vida é prioridade, tanto como elemento físico quanto sociocultural; responsável pela produção de lugares que possibilitem as pessoas aproveitá-los e usá-los em sua capacidade máxima. Neste sentido, "urbano" é um termo que possui um amplo significado, onde se inclui não somente as cidades, mas as vilas e bairros, enquanto "desenho", ao invés de ser uma mera interpretação estética, é muito mais a efetiva solução e/ou o processo de produção e organização dos espaços. Entendido que se desenvolve na interseção de três áreas, o Desenho Urbano é considerado um substituto disciplinar que abrange o planejamento urbano, urbanismo paisagístico e da arquitetura (DEL RIO, 1990; CARMONA *et al.* 2003; AYOUB e MAUÁ, 2011).

O Desenho Urbano merece tipos e classificações distintas conforme seu nível de abrangência. Desenho Urbano Total onde uma única equipe controla todo o projeto. Desenho Urbano Todos em uma Peça, onde uma equipe cria um plano geral e cada equipe produz as intervenções de

diversos empreendedores, seguindo o plano geral. Desenho Urbano Peça por Peça, onde as intervenções são independentes, mas seguem normas legais de zoneamento e parâmetros previamente estabelecidos. Desenho Urbano Pontual, onde intervenções pontuais podem beneficiar toda região. [...] Considera-se essencial para obter um bom entendimento do Desenho Urbano saber por quem as decisões são tomadas, e com qual encadeamento (LANG, 2005, p70).

O conceito de Desenho Urbano vem se desenvolvendo nas últimas décadas e evoluindo para uma abordagem multidisciplinar preocupada não somente com a composição de espaços, mas também com as necessidades de seus usuários. Outro aspecto importante desta nova abordagem diz respeito à capacidade de ação da sociedade como um todo com sua possibilidade de gerenciar a economia e política urbana atendendo necessidades atuais como padrões ecológicos e sustentáveis. Assim, o Desenho Urbano abrange os conceitos estético, funcional e social, já que se preocupa simultaneamente com o desenho dos espaços enquanto entidade estética e com o cenário de comportamentos e atividades humanas. Está envolvido geralmente na diversidade de atividades que contribui na criação de espaços urbanos de sucesso e, em particular com a estrutura física que suporta essas funções e atividades propostas. Essa noção de Desenho Urbano pressupõe uma relação estreita entre ideias, conceitos e elementos de projeto com diretrizes e instrumentos de intervenção e de gestão do espaço coletivo. A urgente demanda de reconstruir as cidades europeias parcialmente destruídas na Segunda Guerra Mundial (1939/45) culminou em projetos baseados em princípios modernistas planejados com a intensão de criar espaços urbanos esteticamente bem resolvidos, confortáveis e socialmente mais justos, mas que colocados em prática, um significativo número deles não respondeu plenamente às necessidades humanas básicas diante do ambiente construído (BARNETT, 1982; PAOLI e PINA, 2007).

Com isto, uma gradual e constante insatisfação entre os profissionais e usuários sobre a qualidade espacial desses ambientes urbanos começou a tomar corpo. Através da sistematização dessas críticas se desenvolveu a estrutura teórica do Desenho Urbano, que aos poucos vem se estabelecendo como atividade profissional relacionada à ação de enquanto disciplina acadêmica, fundamentada sobre tudo em pesquisas referentes à relação direta entre o ambiente construído e o comportamento social (BARNETT, 1982, p. 57).

Segundo Brandão (2002), o Desenho Urbano é a forma de gestão que abrange além do planejamento do espaço urbano, definindo a distribuição e uso deste, o gerenciamento do lixo, do transporte, dos corpos hídricos dentre outros, buscando um Planejamento Estratégico, ou seja, resultados viáveis economicamente com objetivo de atender a população e manter o meio ambiente sustentável. Através das considerações

anteriores, entende-se o Desenho Urbano como uma área do conhecimento que pode contribuir para melhorar o ambiente construído em aspectos de equilíbrio com o meio natural, preservando funções e beleza; e mantendo-se sustentável. Também pode melhorar a condição de vida dos atuais habitantes urbanos viabilizando intervenções possíveis e economicamente viáveis. O estudo do Desenho Urbano pode colaborar nos padrões de ocupação de uso do solo praticados nas cidades. Essa ocupação pode priorizar a sustentabilidade, preservando corpos hídricos, cobertura vegetal, biodiversidade e geomorfologia.

Essa nova geração de projetos urbanos, concebida sob os princípios do Desenho Urbano e comprometida com o Planejamento Estratégico, que também é conhecida como urbanismo de “terceira geração”, tem sido vista de forma distinta das gerações anteriores. Muitos teóricos urbanos afirmam que os arquitetos projetistas contemporâneos têm uma visão mais ampla e comprometida com a dimensão socioeconômica do desenvolvimento urbano e não abordam mais a intervenção urbana como projetos arquitetônicos de grande escala e isolados (BRANDÃO, 2002, p. 1).

Segundo Saboya (2008), as primeiras abordagens de intervenção em cidades eram muito mais ligadas à tradição arquitetônica do que à do planejamento urbano como o conhecemos atualmente. A concepção de plano como um *design* físico; um projeto de cidade a ser alcançado dentro de certo período de tempo, era usual e a cidade não era vista como um organismo em evolução, ou, ao menos, os instrumentos de intervenção sobre a cidade não levavam em consideração a evolução do sistema urbano, apenas seu estado final.

Essa visão começou a se modificar apenas na década de 60 do século XX, apesar de Geddes já defender o caráter dinâmico das cidades desde seu trabalho “Cidades em evolução”, de 1915. Geddes propôs a famosa sequência “pesquisa – análise – proposta” que, segundo Hall (2002), foi a primeira estruturação lógica do planejamento urbano, que até então baseava-se muito mais na intuição e experiência de seus autores do que em um conhecimento obtido sistematicamente ou cientificamente a partir das condições reais das cidades (SABOYA, 2008, p. 1).

Segundo Villaça (1995), no Brasil, o que pode se chamar de “planejamento urbano” tem dois componentes fundamentais e bem independentes um do outro: um é o zoneamento e o outro, o planejamento representado pela figura do Plano Diretor e seus equivalentes. Zoneamento é a legislação urbanística que varia no espaço urbano enquanto, o Plano Diretor, mesmo sendo geral e abrangente, tem concepção no século XIX, ainda sem a generalidade necessária atualmente, mesmo se considerando que zoneamento e plano diretor variaram com o passar do tempo, durante o último século.

Pode-se considerar com isso o plano de 1875 para a cidade do Rio de Janeiro como marco do nascimento dos planos diretores no país. Embora esse nome não existisse na época já havia a preocupação e a necessidade da gestão do espaço urbano.

A gestão da dinâmica da cidade depende do sistema econômico e político existente. O sistema econômico funciona interativamente com o sistema produtivo. Há uma retroalimentação positiva [....]. O sistema produtivo para atender a demanda cada vez maior, do sistema econômico tem requerido e exaurido mais recursos do sistema natural (ecossistemas), deixando de haver compensação para o funcionamento de recursos básicos gerados pelo sistema natural [....]. Ao sistema natural, espoliado pela extração de recursos, somam-se ainda mazelas da poluição, nas suas mais variadas formas (ALMEIDA, *et al*, 2003).

Conforme foi colocado na introdução desta dissertação, os centros urbanos são ambientes sociais com interações econômicas, produtivas, culturais e políticas, dentre outras, exigindo uma gestão dinâmica como processo constante para acompanhar todo o movimento gerado por todas essas ações. Esta demanda de problemas consequentes da urbanização exige gestão eficaz para a manutenção dos sistemas e serviços necessários para o funcionamento do espaço urbano e constitui o Desenho Urbano. O urbanismo nas últimas décadas pode ser considerado como uma disciplina em constante modificação, fazendo parte desta mudança a denominação Desenho Urbano, para definir planejamento do espaço urbano (BARNETT, 1982; BRANDÃO, 2002; PAOLI e PINA, 2007).

Figura 3 - Parque Barigui, se observa um espaço tratado pelo Desenho Urbano na cidade de Curitiba



Fonte: [GOOGLE.ORG/WIKI/CURITIBA](https://www.google.org/wiki/Curitiba), (2011)

A ocupação urbana crescente, muitas vezes em áreas de bacias hidrográficas, causa em todo o mundo um dos maiores problemas enfrentados atualmente, o comprometimento de recursos hídricos, dentre outros. A aplicação do Desenho Urbano em seu amplo conceito baseia-se na mudança de abordagem técnica e conceitual nas intervenções urbanísticas a partir das práticas usuais em meados do século passado com muita ênfase nos últimos 30 anos. Essa mudança conceitual abrange a sustentabilidade e pode ser utilizada em intervenções da engenharia referentes aos corpos hídricos, dentre outros (BRANDÃO,2002; ALMEIDA *et al.*,2003; PAOLI e PINA, 2007).

Sítios urbanos são ambientes sociais com interações econômicas, produtivas, culturais e políticas, estas funções geram no solo a necessidade de edificações para habitação, gestão, produção e serviços, como também a ocupação por vias de mobilidade e equipamentos urbanos que localizados em regiões de bacias hidrográficas podem interagir com seus corpos hídricos de forma sustentável. O estudo do Desenho Urbano considera problemas ambientais e de sustentabilidade sendo atualmente desenvolvido em diversos países, se tornando necessário para adequação das necessidades humanas a nova ordem de abrangência. Grandes ambientes construídos, como os centros urbanos, onde temos uma concentração de necessidades cuja viabilidade gera degradação e até esgotamento do meio natural, devido frequentemente à ocupação desordenada dos territórios e consequentes intervenções em seus recursos naturais, contam atualmente com técnicas passíveis de dar suporte a programas e projetos que podem proporcionar mudanças positivas para a população (BRANDÃO, 2002; ALMEIDA, *et al*, 2003; SABOYA, 2008).

O estudo do Desenho Urbano poderá utilizar, para levantamento e monitoramento desses ambientes, técnicas de sensoriamento remoto (conjunto de técnicas que possibilita a obtenção de informações sobre alvos na superfície terrestre), que permitem identificar os agentes modificadores do espaço e estimar a extensão das alterações provocadas pelo homem, criando condições para mapear bem precisamente essas intervenções. Existem também técnicas usadas para mapeamento por fotos aéreas que criam condições de levantamentos mais precisos da ocupação do solo urbano em bacias hidrográficas que podem auxiliar na metodologia de análise do uso e ocupação do solo em micro bacia urbana e região de influencia (SAUSEN,2010; SEBUSIANI e BETTINE,2011).

As áreas de influência das grandes cidades extraem da Terra seus recursos e nela despejam seus dejetos. Análises sugerem que as áreas urbanas são atualmente responsáveis por 80% das emissões de carbono, 75% do uso da madeira e 60% do consumo de água, sendo que ocupam uma área de apenas de 1 a 5% da paisagem terrestre (DIAS, 2002, *apud* LISBOA; BARROS, 2010 p. 18).

A avaliação divulgada em relatório da ONU afirma que as cidades do mundo são responsáveis por cerca de 70% das emissões de gases de efeito estufa, mas ocupam apenas 2% da cobertura terrestre do planeta (KINVER, 2011; ONU-HABITAT, 2013).

Conforme os autores citados, os espaços urbanos ocupam entre 1% a 5%, ou 2% da superfície terrestre, não sendo possível durante a pesquisa para esta dissertação se obter a exata porcentagem dessa ocupação. Segundo a ONU, quanto à população, as regiões urbanas concentram cerca de 50% da população mundial; e no Brasil esta proporção chega a 80% atualmente, justificando-se o estudo de como acontece a forma de ocupação do solo nestas áreas.

Segundo Fragkias (2012), os atuais padrões de ocupação das cidades geram graves problemas ambientais, colocando a humanidade em risco. Ele lembra que, há um século, existiam menos de 20 cidades em todo o mundo com mais de um milhão de habitantes. Hoje, elas são 450, embora cubram apenas 5% da superfície da Terra, elas são as maiores consumidoras de seus recursos naturais.

Pode-se dizer que um em cada três desastres ocorre nas metrópoles [...]. E nesse caso, a cidade como criadora de riscos particulares, a maior parte dos desastres (naturais ou não) são agravados pela urbanização[...] (ALMEIDA e OLIVEIRA, 2010, p. 1).

Cidades muitas vezes ocupam bacias hidrográficas e, com isso, estes ambientes são modificados e constantemente afetados pelas mesmas, sendo a causa de muitos dos desastres que ocorrem em suas áreas urbanizadas. Como vimos anteriormente, existem possibilidades técnicas de gestão para identificar e monitorar situações não-sustentáveis, sendo possível minimizá-las ou eliminá-las.

2.5 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NOS CENTROS URBANOS

Institutos como o *Building Research Establishment; Cambridge Architectural Research; Eclipse Research Consultants* *apud* Silva (2003) definem “construção sustentável” como o compromisso com: (a) Sustentabilidade econômica: aumentar a lucratividade e crescimento através do uso mais eficiente de recursos, incluindo mão de obra, materiais, água e energia; (b) Sustentabilidade ambiental: evitar efeitos perigosos e potencialmente irreversíveis no ambiente através de uso cuidadoso de recursos naturais, minimização de resíduos, e proteção e, quando possível, melhoria do ambiente; e (c) Sustentabilidade social: responder às necessidades de pessoas e grupos sociais envolvidos em qualquer estágio do processo de construção (do planejamento a demolição), provendo alta satisfação do cliente e do usuário, e trabalhando estreitamente com clientes, fornecedores, funcionários e comunidades locais.

O desenvolvimento sustentável nos centros urbanos baseia-se na mudança de abordagem da indústria da construção civil, que funciona como um dos principais fatores de poluição. Segundo Bourdeau (2000) *apud* Lamberts (, este setor da sociedade possui tal peso e importância, devido à sua demanda, que comparado a outras áreas industriais estas perdem. A construção e manutenção de habitações e de infraestrutura para circulação de transportes, abastecimento de água, esgoto, energia e comunicação, para atender as necessidades da crescente população urbana do mundo, propõem o desafio central da construção sustentável.

Dessa forma a construção sustentável caracteriza-se mais como um compromisso com a produção de um ambiente cada vez mais durável e com qualidade de vida para seus habitantes que com um receituário de técnicas ou tecnologias (ABIKO e MORAES, 2009, p. 26).

2.6 CIDADES SUSTENTÁVEIS E MELHORIA DAS ÁGUAS

Considerando-se o impacto que a urbanização tem sobre os recursos naturais torna-se importante explorar situações em que se observam ações que resultam na redução das consequências negativas da mesma. A seguir, os exemplos de quatro

cidades que vêm investindo em ações que direta ou indiretamente melhoram a qualidade da água de seus corpos hídricos. Pode-se dizer que o Desenho Urbano, como conceito e sendo usado como denominação para definir planejamento do espaço urbano, é aplicado nos exemplos a seguir, reunindo um conjunto de ações relativas aos ambientes sociais dessas cidades com suas interações econômicas, produtivas, culturais e políticas, dentre outras; e que afetam diretamente a relação com seus corpos hídricos. Essas quatro cidades servem como exemplos de que a gestão eficaz de problemas comuns aos centros urbanos pode melhorar a relação Desenho Urbano/ corpos hídricos com objetivos sustentáveis.

2.6.1 Estocolmo: águas próprias para pesca e lazer

Em 1972 a cidade foi sede da Conferencia das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano e, na sequência do evento, realizou várias intervenções com caráter sustentável, como por exemplo, melhorou a qualidade das águas, deixando-as apropriadas para a pesca e o lazer.

Figura 4 - Estocolmo/ Suécia, revitalização das águas do Lago Mälaren



Foto: Flickr Creative Commons - Fonte: www.cidadessustentaveis.org.br, (2013)

Existem atualmente 2700 indústrias de tecnologia limpa e 100% do esgoto da cidade são tratados. Estocolmo, capital da Suécia, foi eleita em 2010 a Capital Verde Europeia. A cidade, localizada sobre 14 ilhas no centro-sul da costa leste da Suécia, ao longo do lago Mälaren, possui população de 807.000 habitantes. Foi escolhida por possuir um sistema administrativo integrado que garante a consideração de aspectos ambientais em orçamentos, planejamentos operacionais, relatórios e monitoramentos, além de reduzir as emissões de CO₂ em 25% entre 1990 e 2005; e ter o objetivo de zerar o uso de combustíveis fósseis até 2050. Desde 1950, existe metrô na cidade e, desde a década de 1980, é dada prioridade ao transporte público e à bicicleta, veículo que conta com 376 km de ciclovias. Em relação à coleta de lixo, a cidade possui um sistema subterrâneo de coleta por tubos a vácuo. Atualmente, as reservas e áreas protegidas representam 11% do território da cidade, o que equivale a 86m² de área verde por habitante, contando com sete reservas naturais dentro de seus limites, uma reserva cultural, um parque nacional e 1000 parques. Todos os trens e ônibus da cidade se utilizam de combustíveis limpos. Mais de 80% da população usa transporte público e bicicletas diariamente no sentido casa-trabalho. De todos os carros vendidos atualmente, 40% são limpos. Três a cada quatro pessoas preferem transporte público, bicicleta ou carro elétrico (CIDADES SUSTENTÁVEIS, 2013).

2.6.2 Hamburgo: às margens do rio Elba

Em 2011, a Capital Verde Europeia foi a cidade de Hamburgo na Alemanha, localizada às margens do rio Elba e que possui um dos maiores portos do mundo e uma população de 1.802 milhões de habitantes. A cidade tem uma estratégia de planejamento integrado e participativo, além de forte compromisso com objetivos sustentáveis.

Atualmente, a qualidade do ar na cidade é muito boa e há metas bem definidas, já com excelentes resultados, planejamento e monitoramento estruturado com relação às mudanças climáticas. A qualidade da água é consequência das medidas da gestão urbana em relação ao sistema de coleta de lixo e esgoto. As emissões de CO₂ foram reduzidas em 15%, entre 1990 e 2006. Com características marítimo-fluviais, o porto de Hamburgo é procurado por navios cargueiros marítimos que sobem a foz do rio Elba, e

também por barcaças fluviais provenientes do Alto Elba, que trazem cargas do interior da Alemanha e da República Tcheca, cortada pelo rio.

Figura 5 - Hamburgo/ Alemanha, na região do porto áreas inundáveis com Desenho Urbano adequado



Foto: Zanthia, Flickr Creative Commons Fonte www.cidadessustentaveis.org.br , (2013)

O porto de Hamburgo é o motor econômico e social de toda a região. Neste contexto, surgiu o projeto urbano *Hafen City*, a fim de reestruturar parte da cidade de Hamburgo diretamente ligada ao porto; e que se localiza em cotas inundáveis. Segundo Brocaneli (2012), com a implantação de praças e espaços em áreas sujeitas a inundações, a gestão pública administra o projeto em fase de implantação no ano de 2012; e que apresenta um Desenho Urbano com espaços públicos acessíveis, que considera as cotas de inundação, permitindo percursos em qualquer situação de cheia. Um outro programa chamado “Empresas pela proteção dos recursos” tem conduzido cerca de 1000 projetos distintos e tem como objetivo fomentar investimentos voluntários para a melhoria de eficiência energética e do uso dos recursos entre as empresas. Para cada euro investido pelo governo local, as empresas participantes fornecem outros 10. Juntas, as empresas poupam 134.000 toneladas de emissões de CO2 por ano. A cidade também tem alcançado altos padrões ambientais e bons níveis de desempenho em termos de ciclismo e indicadores de transportes públicos (BROCANELI,2012; CIDADES SUSTENTÁVEIS, 2013).

2.6.3 Nantes: gestão sustentável da água

Nantes, a Capital Verde Europeia de 2013, fica localizada na França sendo um porto na foz do rio Loire, com população estimada em 283.000 habitantes e cerca de 810.000 na região metropolitana, sendo a sexta cidade do país. Nos últimos dez anos, Nantes desenvolveu uma política de transporte sustentável investindo no transporte público e de bicicletas, minimizando o uso do carro no centro da cidade e fornecendo condições adequadas e seguras para os pedestres.

Figura 6 - Nantes/ França, Desenho Urbano e o projeto de cidade sustentável



Foto: Flickr Creative Commons - Fonte: www.cidadessustentaveis.org.br, (2013)

A cidade foi a primeira na França a reintroduzir os bondes elétricos de forma bem sucedida. A política de transportes é ambiciosa e mostra melhorias na redução da poluição do ar e nas emissões de CO₂. Todos os indicadores de poluição atmosférica - NO₂ (dióxido de nitrogênio), PM₁₀ (partículas menores de 10 microns), O₃ (ozônio) - estão abaixo dos valores limite. Essa política, junto a um plano climático local, tem reduzido as emissões para 4,77 toneladas *per capita*. A cidade visa reduzir as emissões de gases de efeito-estufa em 30% até 2020 e em 50% até 2025. O total de áreas verdes é

de 3.366 ha, representando 57m² por habitante. Da totalidade do território, 60% são constituídos por áreas verdes, naturais ou destinadas para a agricultura, estimulando a conservação e a produção local. Nantes possui, ainda, um sistema de coleta seletiva porta-a-porta nas áreas urbanas mais densas. Desde 1999, nenhum resíduo biodegradável é destinado ao aterro e a taxa de reciclagem em 2009 era de 38%, reduzindo, também, a taxa dos resíduos incinerados. A gestão sustentável da água prevê sistema sem contaminação por pesticidas, economia no sistema de produção, redução do consumo, melhoria dos ambientes aquáticos, análise sobre riscos de inundação, e uso da água de chuva dentre outros (CADADES SUSTENTAVEIS, 2013).

2.6.4 Malmö: águas aproveitadas

Duas boas práticas de desenvolvimento urbano sustentável foram realizadas em áreas residenciais da cidade de Malmö, no litoral do Mar Báltico, sul da Suécia. O bairro de Augustenborg, a partir de 1998, foi transformado em um bairro sustentável, onde na época foi criada uma usina solar que atualmente abastece toda a cidade. Também foram criados dois programas: um de aproveitamento de águas pluviais e outro de implantação de telhados verdes que, em conjunto, diminuíram as inundações frequentes além de proporcionar a região uma personalidade estética. Cerca de 70% dos resíduos domésticos são reciclados; e os resíduos orgânicos são tratados por compostagem. A implantação de 12.000 m² de cobertura vegetal, incluindo a criação de um Jardim Botânico e a redução de 20% no consumo de energia, também fizeram parte do projeto do bairro.

Outro exemplo, o bairro Western Harbour, que antes era um parque industrial, transformou-se em poucas décadas em um novo e moderno bairro, reconhecido como área de conhecimento e vida sustentável. Neste, houve a adaptação de ambiente construído urbano de alta densidade em área residencial mais agradável e mais sustentável, servindo de exemplo para o desenvolvimento na cidade. Aconteceram ações principalmente nas áreas de energia, transporte, águas residuais, gestão dos resíduos e biodiversidade. Resultados como 100% da energia produzida localmente por fontes renováveis através de dois geradores eólicos de 2MW de potência, instalação de 1400 m² de coletores solares e 120 m² de células fotovoltaicas dimensionadas para 85.000 m² de área residencial, cerca de 1000 apartamentos. Houve

a implantação de sistemas individuais de canalização de água de chuva e tratamento local para reuso. Cerca 70% dos resíduos domésticos são reciclados; e resíduos biodegradáveis são transformados em biogás, utilizado para aquecimento. O sedimento de águas residuais é processado para se extrair fósforo. A cidade de Malmö tem como objetivos: a criação de novos parques e ampliação da cobertura vegetal urbana; promoção do uso sustentável do solo, redução do consumo de energia em 20% até 2020, e em 40% até 2030; além do abastecimento de 100% da cidade com energia de fontes renováveis até 2020, priorizando a produção local ao máximo; e diminuição da emissão de gases causadores do efeito estufa em 40% até 2020. O uso de bicicletas, de transporte público e veículos limpos são priorizados e há planos de se ampliar a rede ferroviária e de ciclovias, incentivando o uso de transporte que não utilize energia fóssil (CIDADES SUSTENTAVEIS, 2013).

Figura 7 - Malmö/ Suécia, Desenho Urbano e o uso sustentável do solo e da água



Foto: Flickr Creative Commons, (2007) - Fonte: www.cidadessustentaveis.org.br, (2013)

2.7 CORPOS HÍDRICOS E A MUDANÇA DE ABORDAGEM

Crescimentos urbanos que não priorizam a sustentabilidade derivam em centros com problemas crescentes referentes ao uso inadequado do solo, por exemplo, com ocupações inadequadas nas áreas com corpos hídricos. A ocupação do solo, em áreas ribeirinhas, mais preocupada com a sustentabilidade, pode minimizar consequências prejudiciais ao meio ambiente e também ao próprio ambiente construído.

Uma gestão urbana adequada pode auxiliar a manter o crescimento urbano afastado destes ecossistemas que necessitam ser preservados. Tal política, no entanto, deve estar baseada em diretrizes de uso e ocupação do solo nas quais se estabelece não apenas as regras e as punições para seu não cumprimento, mas principalmente orienta a ocupação do espaço urbano e de suas áreas de expansão pelas indústrias, pelo comércio e pelas habitações (ABIKO e MORAES, 2009, p. 8).

A mudança de abordagem técnica e conceitual nas intervenções urbanísticas em áreas de bacias hidrográficas promove a recuperação desses corpos hídricos, tanto física, como organicamente, melhorando seu recurso, a água. Observando-se essa tendência nos últimos anos, podem-se citar exemplos aplicados, dentre outros, como a despoluição das águas e revitalização de rios como o Tâmisia em Londres, Reno na Alemanha, do Cheonggyecheon em Seul, e Nura no Cazaquistão; além de programas de proteção de rios como Potomac e Anacostia e do riacho Rock em Washington, capital dos Estados Unidos, assim como do Rio Elsieskraal na Cidade do Cabo, na África do Sul. Outra forma de investir na revitalização de corpos hídricos é a mudança na legislação para eliminar o despejo de dejetos industriais e incentivar a criação de programas de revitalização e manutenção das águas.

2.7.1 Rio Tâmisia: hoje mais limpo do que há 150 anos

O caso mais célebre é o do Rio Tâmisia, que divide Londres que já em 1957 foi considerado biologicamente morto, após décadas de sujeira crescente, sendo chamado de “rio fedorento”, quando em 1858 as sessões do Parlamento inglês foram suspensas devido ao mau cheiro do rio. A mudança ocorreu com leis que proibiram o lançamento de dejetos por empresas e no tratamento de esgoto da capital britânica. Hoje, o Tâmisia está mais limpo que há 150 anos e abriga 125 espécies de peixes e mais de 400 de invertebrados. Além de outras atrações, pode-se fazer um trajeto de barco pelo rio que

corta a cosmopolita cidade de Londres. Existem movimentos sociais como, por exemplo, a ONG Thames21, que reúne cidadãos para periodicamente fazer a limpeza na Grande Londres de rios, canais, lagoas e lagos. Esta ONG contabiliza que em dez anos retirou cerca de 250.000 sacolas plásticas do rio Tâmesa (O ESTADO de SÃO PAULO, 2010; MACHADO *et al.* 2010).

Figura 8 - Rio Tâmesa/ Londres, mais limpo do que há 150 anos



Foto: Tina Magalhães Fonte: <http://roteirosincriveis.uol.com.br>

Figura 9 - Rio Tâmesa/ Londres, barcos fazem trajeto para transporte e ou turismo



Fonte <http://meumundosustentavel.com/noticias>

2.7.2 Rio Reno: hoje 90% mais limpo

A industrialização crescente após a Segunda Guerra Mundial (1939/45) causou o aumento acelerado dos dejetos jogados nos corpos d'água deteriorando rapidamente as águas de vários rios urbanos. Outro grande rio europeu que foi revitalizado é o Reno, com 1320 km e cortando nove países, entre eles Suíça, Áustria, França, Alemanha, e Holanda. Antes chamado de "o esgoto aberto da Europa", a limpeza começou em 1987 e hoje a poluição caiu em 90%. O resultado foi o retorno dos peixes (O ESTADO de SÃO PAULO, 2010; MACHADO *et al.* 2010).

Figura 10 - Rio Reno e a cidadezinha de Oberwesel/ Alemanha



Foto:Angela09/01/2012Fonte <http://www.alemanhaporqueno.com/2012/01/de-carro-pela-margem-do-rio-rende.html>

2.7.3 Rio Cheonggyecheon: voltou a aparecer em Seul

A Coreia do Sul fez um esforço gigantesco para revitalização de um rio. Desde os anos 1970, o Rio Cheonggyecheon, que passa pela capital Seul, estava coberto por vias expressas, que finalmente foram demolidas em 2003. Cerca de US\$ 1 bilhão foram gastos em dois anos para desviar o trânsito e deixar o rio novamente a céu aberto. Com isso, houve melhorias ambientais palpáveis: a qualidade do ar subiu, as temperaturas no verão caíram e várias espécies de peixes, pássaros e insetos retornaram ao local. Essas melhorias também atraíram investimentos financeiros para o centro da cidade (O ESTADO de SÃO PAULO, 2010; MACHADO *et al.* 2010)

Figura 11 - Rio Cheonggyecheon / Seul, Desenho Urbano e projeto de revitalização



fonte: <http://www.arquitetonico.ufsc.br>

Após a revitalização, o rio que atravessa o centro de Seul, tornou-se um local popular de descanso para uso dos 10 milhões de cidadãos de Seul. Além disso, a metrópole já atraiu mais de 30 milhões de visitantes. A obra da via elevada sobre o rio

para tráfego de veículos data de 1960. Meio século mais tarde, uma grande mudança de abordagem priorizou o meio ambiente e a qualidade de vida.

2.7.4 Rio Nura: limpeza da poluição com mercúrio

Outro rio que foi despoluído nos últimos anos é o Nura, no Cazaquistão. O governo local, com apoio do Banco Mundial, promoveu a limpeza de cerca de 3.500 hectares; área que havia sido atingida por uma fábrica de borracha sintética que, entre 1950 e 1997, despejou mercúrio nas águas do rio. Desde 2007 é feita a proteção permanente com o monitoramento ambiental do rio, beneficiando mais de 170 mil pessoas (O ESTADO de SÃO PAULO, 2010).

2.7.5 Rios de Washington: programa de limpeza permanente

Outras cidades instituíram programas permanentes de limpeza de seus rios. A capital dos Estados Unidos, Washington, é uma delas. Planejado desde 1998, seu programa de limpeza foi aprovado em 2004 e desde então reduz o despejo de esgoto nos Rios Potomac e Anacostia, além de no Riacho Rock. Para isso, conta com uma grande infraestrutura de estações de tratamento e represas; e novos projetos especiais para as épocas de chuva forte, que capturam e limpam a água (O ESTADO de SÃO PAULO, 2010; MACHADO *et al.* 2010)

Figura 12 - Rio Potomac, banha a cidade de Washington/ fevereiro de 2013



Foto: Antonia Santa Maria - Fonte :

http://antoniasantamaria.blogspot.com.br/2013_02_01_archive.html

2.7.6 Rio Hudson: alto custo para a limpeza da poluição

Também nos Estados Unidos, outro rio que atualmente recebe tratamento é o Hudson, na cidade de Nova York, que sofreu com a ocupação em suas margens de indústrias que no passado despejaram em suas águas efluentes de processos químicos hoje considerados cancerígenos. A poluição, resultado de mais de 30 anos dessa prática comum entre várias empresas entre 1947 e 1977, causou um dos programas de despoluição mais complexos já realizados no país. Este foi implantado e está em andamento com o objetivo de reduzir a elevada concentração de elementos químicos existentes no leito do rio. Um processo de drenagem no valor de US\$ 1 bilhão ao longo de 64 km do Hudson, ou seja, cerca de 13% de sua extensão, que é de 500 km, foi iniciado em 2009 e tem programação para finalizar em 2018 (O EMPREITEIRO, 2013).

Figura 13 Rio Hudson/ Nova York, gestão de projeto para retirar parte de elementos químicos do seu leito



Fonte Revista o Empreiteiro (2013).

2.7.7 Rio Elsieskraal, possui equipe regular de limpeza

A Cidade do Cabo, na África do Sul, também instituiu um programa especial para a limpeza do Rio Elsieskraal, que corta o Município. Desde outubro do ano passado, a cidade montou uma equipe de quase 500 pessoas para identificar problemas e organizar ações regulares de limpeza, que incluem a retirada de plantas invasivas e de lixo e o conserto de vazamentos de esgoto (O ESTADO de SÃO PAULO, 2010).

2.8 DESENHO URBANO E CORPOS HÍDRICOS NO BRASIL

O Brasil das últimas décadas apresenta, com o crescimento da população nas cidades, um avanço descontrolado da ocupação urbana. Bacias hidrográficas ocupadas por sítios urbanos necessitam de controle e monitoramento; ações em seus territórios que dependem de conhecimento e compreensão relativos. O rápido crescimento das cidades no Brasil após a década de 1960, quando a população urbana passou de 45% para 81% da total em 2000, pode ser considerado o maior causador da falta de condições adequadas para o uso e controle dessas áreas.

Figura 14 - Vila Audi União/ Curitiba/ PR, ocupação irregular em área sujeita a inundações do rio Iguaçu



Fonte: Cohab / Foto: Cesar Brustolin em 02/07/2001

As cidades exigem uma adaptação constante e acelerada para absorver toda a demanda da população urbana. Quatro décadas separam os anos de 1960 e 2000 período em que mais de 100 milhões de moradores foram recebidos pelas cidades em todo o Brasil. O Censo 2010 demonstra que o crescimento da população urbana continua já que atualmente 84% da população total, cerca de 160 milhões de pessoas, vivem em cidades no Brasil (IBGE, 2000; ROLNIK e SAULE, 2002; IBGE, 2010).

A urbanização intensa e rápida através da qual a sociedade brasileira passou certamente por um dos mais marcantes processos sócio territoriais na história do país. Enquanto em 1960, a população urbana representou 44,7% do total da população, em comparação com uma população rural de 55,3%, dez anos mais tarde esta relação foi invertida, com números quase idênticos: 55,9% da população urbana e 44,1% rural (ROLNIK e SAULE, 2002, p. 15).

Os mananciais são fontes de onde se retira a água para abastecimento e consumo da população e outros usos, seja para indústria, agricultura, etc. Segundo a legislação, considera-se como manancial todo o corpo de água interior subterrânea, superficial, fluente, emergente ou em depósito, efetiva ou potencialmente utilizável para o abastecimento público (Lei 9866/97, São Paulo/S.P.).

Não há possibilidade de haver desenvolvimento sustentável sem a recuperação e manutenção da qualidade da água do abastecimento público, pois a disponibilidade deste recurso é um dos principais fatores limitantes do desenvolvimento. Portanto, quando definimos que uma determinada bacia é um manancial de abastecimento, enfatizamos que todos os demais usos devem ser definidos de forma a garantir a qualidade e disponibilidade para este uso prioritário

Atualmente, no Brasil, os mananciais encontram-se bastante deteriorados. As consequências imediatas disso são a poluição das águas, o comprometimento da saúde e da qualidade do meio ambiente e a própria extinção dos mananciais. O desenvolvimento urbano é uma das maiores causas da degradação dos mananciais. Os loteamentos clandestinos, não podendo ser atendidos pela infraestrutura básica de saneamento, acabam despejando seus esgotos nos mananciais, trazendo materiais orgânicos, coliformes e agrotóxicos de plantações próximas dos mananciais. Desta forma, não só a qualidade, mas a possibilidade de uso destas águas fica cada vez mais prejudicada. Além disso, os recursos hídricos estão sendo comprometidos por desequilíbrios ambientais resultantes do desmatamento e uso indevido do solo (BRASIL- Ministério da Saúde - Políticas Públicas, 2009).

Os problemas ambientais das cidades brasileiras podem ser classificados em dois tipos: a degradação resultante dos padrões de consumo da parcela da população com renda média e alta e os problemas ambientais resultantes dos padrões de vida da população de baixa renda. (...) A deficiência mais grave dos assentamentos urbanos de baixa renda é a que resulta da falta de condições adequadas da captação, canalização e disposição de dejetos humanos (MUELLER, 1997 *apud* PEREIRA, 2001, p. 46).

2.8.1 Características da urbanização e corpos hídricos no Brasil

A urbanização no Brasil através da colonização dos povos ibéricos sofreu influências que causaram a ocupação de várzeas e matas ciliares para o uso comum de determinados padrões urbanísticos (mesmo não sendo assim denominado) e sanitários da era medieval e moderna. Desde que a humanidade deixou de ser nômade, a ocupação de territórios para fixação de populações aconteceu onde os recursos hídricos eram mais facilmente captados devido à necessidade do uso da água para sobrevivência e organização de atividades domésticas e sanitárias. Essa proximidade sendo comum, não impediu que o tratamento desses recursos fosse característico a cada cultura. Assim, por exemplo, onde houve influência dos povos árabes, como aconteceu nos países da Península Ibérica, Portugal e Espanha, era comum o uso da dispersão de esgoto sanitário nas águas correntes dos rios como uma prática salutar. Já nas cidades de origem romana e anglo-saxônica, as ruas possuíam uma única sarjeta ao centro, por onde escorriam os efluentes despejados das moradias. A influência portuguesa e eventualmente a espanhola tornou o uso de construir, quando possível, nas margens de corpos hídricos um hábito e o corpo hídrico foi utilizado como depósito imediato das águas servidas, deixando de ser valorizado como paisagem (MIRANDA, 2006).

Somente em algumas cidades brasileiras na Região Norte e naquelas que receberam maior influência anglo-saxônica e germânica na sua colonização, se pode verificar a adoção do corpo hídrico como elemento urbanístico, incorporado à paisagem. Porém, mesmo nessas cidades, se vindicava a tendência de margear o corpo hídrico com avenidas e ruas em ambos os lados, não conferindo ao mesmo terreno para movimentação das margens [...] (MIRANDA, 2006, p. 1).

A herança desta postura - de não valorizar os corpos hídricos como elemento enriquecedor da paisagem - pode ser considerada agregada à abordagem existente no passado relacionada aos recursos naturais: a explicação para o grande número de rios retificados e canalizados no Brasil. Atualmente, rios de grande porte como o Tietê no

Estado de São Paulo e o Iguaçu no Estado do Paraná ainda não podem servir como exemplos de corpos hídricos recuperados da poluição (ver capítulo 2.6), mas também como em outros exemplos existentes (ver capítulo 2.6), são corpos hídricos que estão sendo objeto de estudo e intervenções que visam a melhoria da qualidade de suas águas.

A seguir, há uma pequena explanação da situação geográfica e urbana desses dois rios tão importantes no cenário hidrológico brasileiro.

2.8.2 Dois rios brasileiros e a urbanização

Os rios Tiete e Iguaçu são afluentes do rio Paraná que pertence à bacia de mesmo nome, situada na região centro-leste da América do Sul (Fig.15).

Figura 15 - Área de ocorrência da Bacia do Paraná em relação à América do Sul



Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Bacia_do_Paran%C3%A1

A Bacia do Paraná tem 75% de sua área (cerca de 1,5 milhão de km²) na região centro-sul do Brasil, abrangendo desde o Estado do Mato Grosso até o Estado do Rio Grande do Sul.

O rio Tietê nasce na serra do Mar, a 1.120 m de altitude, na cidade de Salesópolis, Estado de São Paulo; e desagua na represa de Jupia no rio Paraná, Município de Tres Lagoas no Estado de Mato Grosso do Sul, a oeste do Estado de São Paulo, percorrendo durante o trajeto cerca de 1.320 km, recebendo a água de 149 rios e córregos e passando por 62 cidades.

Já o rio Iguaçu nasce a leste da cidade de Curitiba junto à divisa deste Município com os municípios de Pinhais e São José dos Pinhais, a 900 metros de altitude, sendo formado pelo encontro dos rios Iraí e Atuba. Percorre 910 km em território paranaense no sentido oeste, indo desaguar no rio Paraná, na cidade de Foz do Iguaçu, cerca de dois km depois de despencar espetacularmente entre o Brasil e a Argentina, formando as Cataratas do Iguaçu, mundialmente conhecidas (Fig.16).

Figura 16 - Cataratas do Iguaçu



Foto http://pt.wikipedia.org/wiki/Bacia_do_Paran%C3%A1

Tanto o rio Tietê como o rio Iguaçu cortam duas grandes cidades que são respectivamente São Paulo e Curitiba. Tendo características geográficas semelhantes, ambas as cidades que ficam no topo da Serra do Mar, a cerca de 70 km do Oceano Atlântico, em linha reta, situadas em regiões altas - São Paulo a 760 m e Curitiba a 900 m de altitude - seus rios também têm características semelhantes. Diferentes da maioria dos grandes rios que deságuam no mar e, apesar de nascerem muito perto do oceano, ambos correm para o oeste em sentido contrário ao Oceano Atlântico. Outra característica comum é a forma como suas águas se apresentam nas regiões urbanas por onde passam: em 2008, o rio Iguaçu foi considerado o 2º rio mais poluído do Brasil, ficando atrás apenas do rio Tietê. O Tietê, o rio mais poluído do Brasil na Região

Metropolitana de São Paulo, onde começa a receber poluente em Mogi das Cruzes, volta a ficar limpo em Barra Bonita, onde é possível encontrar alguns tipos de peixes. Nos anos 1930, os casais podiam passear pelo Tietê (Figs 17 e 18), o remo era esporte popular nas águas do rio na região urbana da cidade de São Paulo (ESTADÃO, 2013).

Figura 17 Imagens antigas do rio Tietê / década de 1930



Fonte: <http://fotos.estadao.com.br/projeto-tiete-conheca-algumas-curiosidade>, galeria, 6143,

Figura 18 - Rio Tietê em São Paulo, retratado em cartão-postal antigo, 1905, antes de ser retificado e poluído



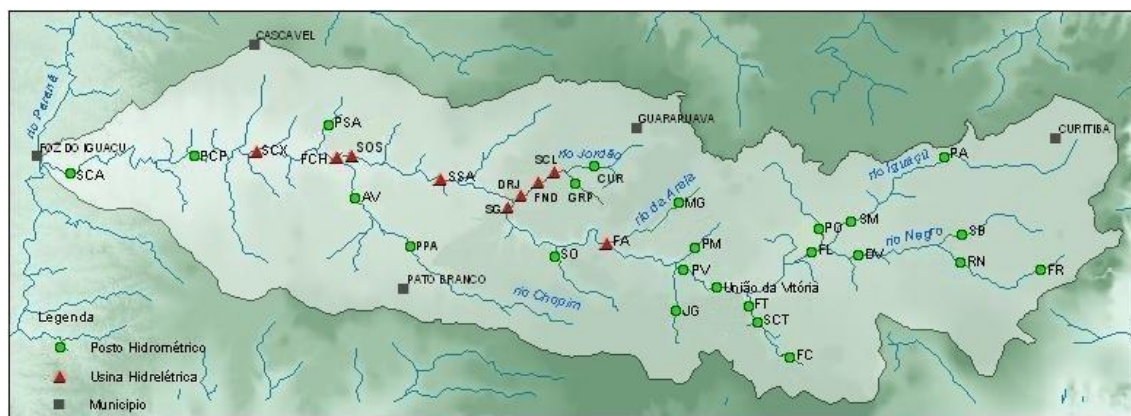
Fonte: <http://mulher.uol.com.br/casa-e-decoracao/noticias/redacao/2010/09/13/entenda-por-que-os-rios-de-sao-paulo-sao-podres.htm>

Nos anos 1970, o Tietê na região urbana de São Paulo, chegou a ter o nível de oxigênio registrado como zero, ou seja, podia ser considerado "morto". Ainda muito poluído na Região Metropolitana de São Paulo, é objeto de algumas intervenções no

sentido de baixar o nível dessa poluição e minimizar as inundações recorrentes (ESTADÃO, 2013).

No Paraná, o rio Iguaçu apresenta alto nível de poluição na Região Metropolitana de Curitiba, sendo objeto de projetos para minimizar essa poluição (Fig. 19).

Figura 19 - Bacia do Iguaçu/ PR



Fonte: <https://www.copel.com/ger/iguacu/situacao.jsp>

2.8.3 Rio Tietê: combate à poluição e às inundações

O rio Tietê começou a ser modificado no seu traçado naturalmente cheio de curvas em 1938, em um processo que culminou na retificação de aproximadamente 25km, que hoje são margeados por avenidas que são percorridas diariamente por cerca de 1,2 milhão de veículos. Suas margens anteriormente permeáveis na várzea, atualmente são pavimentadas e edificadas, causando uma propensão a grandes inundações. Além da impermeabilização do solo, outro fator que contribui para inundações é a grande quantidade de lixo e objetos que são despejados nas águas do rio, jogados ali indireta ou diretamente pela população, impedindo que as águas escoem sem a obstrução do leito e sobrecarga causada pelo lixo. Tanto o lixo jogado diretamente pela parcela da população que habita em locais aonde não é feita a coleta de lixo pelo Município, como o lixo jogado nas ruas ou pelos esgotos, pode-se dizer que um terço da poluição do rio é resultante do lançamento urbano em suas águas.

Segundo informação de Casemiro Tércio, diretor do Departamento Hidroviário da Secretaria Estadual de Logística e Transportes, existem cerca de dois milhões de metros cúbicos de lixo por ano para serem retirados do Tietê. Além de todo esse lixo,

também é determinante para o alto índice de poluição do rio o despejo do esgoto que somente na capital paulista conta com mais de 100 mil ligações clandestinas (PLANETA SUSTENTÁVEL, 2008). Segundo a Sabesp, dos esgotos coletados 75% recebem tratamento. Na Região Metropolitana o esgoto também se torna um problema devido a 15% da população não ter acesso a ligações para coletar seus dejetos (CIDADES DO BRASIL, 2004; PLANETA SUSTENTÁVEL, 2008; CIDADES/METRÓPOLE, 2011; CIDADES/METRÓPOLE, 2013; SABESP, 2013).

Para o rio Tietê, existe um programa de despoluição das águas, de aproveitamento do rio para a navegação e de combate a inundações chamado 'Projeto Tietê'. O projeto prevê o aproveitamento do rio para a navegação a princípio como corredor fluvial de transporte dos detritos urbanos em balsas e com a intensão de minimizar o transporte terrestre do lixo, facilitando a acesso até os locais previstos. O combate a inundações resolve uma questão importante, pois as margens do rio estão ocupadas com vias importantes de escoamento de tráfego e a solução do problema evita a possibilidade de grandes perdas materiais e até humanas em caso de cheia com inundação. Essas duas questões afetam diretamente o funcionamento da cidade e o Desenho Urbano na sua relação com o corpo hídrico pode ser melhorado e tornar-se mais sustentável, evitando que o corpo hídrico seja invadido por objetos alheios a sua natureza (Fig. 20).

Figura 20 - Rio Tietê com a Via Professor Simão Faiguenboim "Marginal Tietê"

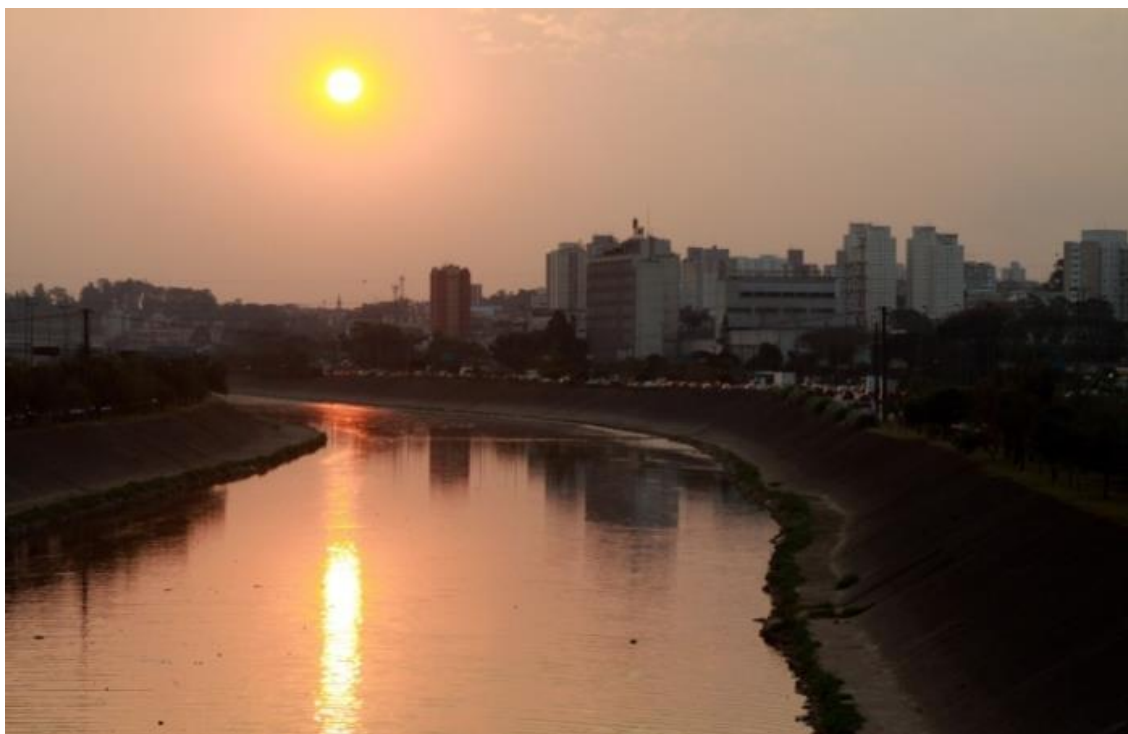


Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Rio_Tiet%C3%AA

O Projeto Tietê foi criado pelo Governo do Estado de São Paulo em 1992, após um abaixo-assinado que angariou 1,2 milhão de assinaturas pedindo a despoluição do rio, sendo o maior programa de saneamento ambiental do Brasil. Com recursos do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) conta também com empréstimo do BID (Banco Interamericano de Desenvolvimento) e do JBIC (*Japan Bank International Cooperation*), Caixa Econômica Federal e contrapartidas da Sabesp, em um total de R\$ 3,9 bilhões. Dividido em três etapas para o gerenciamento das obras e viabilidade econômica como a busca de recursos financeiros, coube a Sabesp, na primeira etapa, de 1995 a 1998, diminuir a poluição gerada pelos esgotos da Região Metropolitana de São Paulo. As ações neste sentido já se fazem perceber, pois segundo a Sabesp, a mancha de poluição das águas do Rio Tietê no interior do Estado recuou mais de 50 km (MEDAGLIA, 2005; BORGES, 2005 ; ESTADÃO, 2013).

A primeira fase, que começou em 1995 e se estendeu até 1998, contou com recursos da própria Sabesp (cerca R\$ 550 milhões), do Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID (R\$ 450 milhões) e da Caixa Econômica Federal (R\$ 100 milhões). Nesse período, foram construídas três estações de tratamento de esgotos (ETEs) – São Miguel, Parque Novo Mundo e ABC –, que, juntas, têm capacidade para tratar 7 mil litros de esgoto por segundo, e a ETE Barueri teve sua capacidade ampliada de 7 mil para 9 mil litros por segundo. Além disso, a Sabesp também fechou o cerco às indústrias que jogavam poluentes nos rios (BORGES, 2005, p 1) .

Figura 21 - Rio Tietê / São Paulo



Fonte: <http://fotos.estadao.com.br/projeto-tiete-conheca-algumas-curiosidades-sobre-o-rio-tiete,galeria,6143,18279>

Na segunda etapa, de 2000 a 2008, as obras a cargo da Sabesp continuaram com objetivos de aumentar a quantidade dos esgotos tratados, encaminhando o maior volume possível de esgotos às Estações de Tratamento e controlando a emissão dos efluentes de mais 290 indústrias.

Em relação ao combate as inundações, objeto desta pesquisa, foram feitas obras de limpeza do leito do rio com a retirada até 2005 de seis milhões de metros cúbicos de sedimentos e cerca de 110.000 pneus do fundo do rio. Outra medida de combate a inundações foi o aprofundamento da calha do Tietê, efetuado pela DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica) onde um trecho de 41 km do rio teve sua calha ampliada para uma profundidade mínima de 2,5 m, sendo determinante na diminuição das inundações. Há mais de dois anos não ocorrem grandes inundações nas margens do rio.

Quanto ao combate a poluição, na terceira etapa, que iniciou em 2011 e está em andamento, o projeto tem a meta de resolver a questão até 2018, quando toda a população deve ter acesso não só à coleta, mas também ao tratamento de esgoto. Uma das medidas para que isso aconteça, continua nesta fase três do Projeto Tietê e pretende diminuir em 120 km a extensão do rio onde não terão despejos de esgoto. A terceira etapa conta com investimentos de R\$ 1,5 bilhão e se prorrogará pelos próximos dez anos. Entretanto, ainda não está finalizada e ainda longe de se poder dizer que o rio Tietê esteja despoluído, mesmo que os efeitos das ações executadas até o momento já possam ser sentidos. Em 1990, apenas 24% do esgoto em São Paulo eram tratados, atualmente são 68% tratados, e com isso durante esse período a extensão da faixa de rio completamente poluído diminuiu mais de 200 km (BORGES, 2005; ECOAGENCIA, 2012; ESTADÃO, 2013).

2.8.4 Rio Iguaçu: mudança do marco zero para minimizar inundações

O rio Iguaçu, o maior dentro do Estado do Paraná, encontra-se praticamente em toda sua extensão dentro do Estado, somente aproximadamente 20 km de seu percurso, perto de sua foz, estão fora do Estado. Na sua nascente, é formado por outros dois rios, o Iraí e o Atuba no local denominado marco zero do rio Iguaçu, antes no encontro natural dos dois rios, depois modificado por obras de retificação desses rios para

minimizar o problema de inundações que atingiam frequentemente a população instalada na região. A retificação dos leitos dos rios Iraí e Atuba formou um encontro artificial para os rios e o marco zero do rio Iguaçu passou a ser considerado neste local. Os rios Iraí e Atuba sofrem poluição antes de chegarem ao marco zero e formarem o rio Iguaçu (Fig.22), os dois passam por regiões habitadas e recebem esgotos domésticos, o que faz com que o rio Iguaçu já tenha uma carga de poluição na nascente. A situação se agrava adiante, pois o rio atravessa a Região Metropolitana de Curitiba e recebe em suas águas os dejetos de quase dois milhões de habitantes, que não são tratados na totalidade, o que torna o rio quase morto, ou seja, sem oxigênio nas águas, após deixar Curitiba e Região (AGUAS DO AMANHÃ, 2011; GAZETA DO POVO,2011).

Figura 22 - Rio Iguaçu/ PR



Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Rio_Igua%C3%A7u

Como estudo e monitoramento da situação atual do rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba, chamada de Alto Iguaçu, existe um projeto denominado Águas do Amanhã, que foi produzido por jornalistas em parceria com técnicos da UFPR e tem os resultados acessíveis ao público. O projeto aconteceu a partir de março de 2010 e, até junho de 2011, realizou encontros com representantes do Poder Público, setor produtivo (indústria comércio e agricultura) e sociedade civil com a intenção de formar grupos de trabalho para consolidar informações e elaborar um diagnóstico dos problemas que afetam a bacia do Alto Iguaçu. Mesmo sem a intenção de propor ações técnicas para a melhoria da situação do rio e de sua bacia, foram feitas algumas propostas para um início de melhorias, que podem ser efetivas para os

problemas como também para o uso das potencialidades existentes nos recursos hídricos da bacia do Alto Iguaçu (ÁGUAS DO AMANHÃ, 2011; GAZETA DO POVO, 2011).

A falta de ordenamento no crescimento populacional e ocupação urbana provocam significativas alterações no equilíbrio ambiental. O desmatamento, a impermeabilização do solo e o descaso com as nascentes afetam diretamente a disponibilidade hídrica. A poluição gerada nas áreas urbanas, oriunda de esgotos domésticos, efluentes industriais e poluição difusa através do escoamento das águas pluviais, assim como a poluição das áreas rurais, pela utilização de agrotóxicos, pelos dejetos animais e pelo carreamento de sedimentos devido à erosão, afeta diretamente a qualidade das águas. Esta situação fica mais inquietante quando a bacia hidrográfica em questão é considerada como manancial, ou área de interesse para manancial de abastecimento, como é o caso de boa parte do território do Alto Iguaçu (ÁGUAS DO AMANHÃ, 2011; GAZETA DO POVO, 2011).

Foi vista no item 2.7.3 uma breve explanação do Projeto Tietê, que contempla a despoluição do rio, o combate a inundações provocadas pelas cheias do rio e o uso do rio para navegação. Em relação ao rio Iguaçu que margeia a cidade de Curitiba o projeto Águas do Amanhã, feito em parceria do jornal Gazeta do Povo e da rede de televisão RPCTV contando com uma expedição realizada por jornalistas desses meios de comunicação e técnicos da UFPR, coletou amostras e mediu índices de poluição. O relatório que foi gerado com base nesses dados constatou que o esgoto coletado chega a 72% nos 18 municípios que se localizam na bacia do Alto Iguaçu, onde a população chega a 2,7 milhões de habitantes e engloba a cidade de Curitiba e sua Região Metropolitana. Algumas cidades têm um índice de coleta de esgoto muito baixo como foi constatado, por exemplo: Mandirituba em torno de 8%; Almirante Tamandaré, cerca de 16% e São José dos Pinhais, 56%. O problema ainda aumentava em Contenda, Município com 0% de esgoto coletado (GAZETA DO POVO, 2012).

Quanto à relação Desenho Urbano (aqui referente à distribuição da malha urbana, uso do solo e sua infraestrutura) e corpos hídricos nas cidades de São Paulo e Curitiba, pode-se dizer que essas duas cidades brasileiras são exemplos do que se repete em maior ou menor grau no restante do país. O sistema de separação existente para coleta de águas servidas e águas pluviais no Brasil é o de separador absoluto, onde existem tubulações distintas para as coletas. Para que este sistema seja totalmente eficiente em relação à preservação dos corpos hídricos, não podem existir tubulações de esgoto ligadas nas de águas pluviais, nem lixo nas ruas que seja carregado pela chuva, nem efluentes ou dejetos sendo lançados, sem tratamento nas águas. Além dos fatores anteriormente citados, a legislação é fator essencial para o funcionamento adequado do

sistema e consequente preservação do meio ambiente. Essa legislação passa por mudanças que acompanham as necessidades e anseios da sociedade. A seguir, há uma rápida explanação da evolução desse processo e da atual legislação, o que faz parte desta revisão bibliográfica para melhor entendimento geral do tema estudado.

2.9 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL – BREVE HISTÓRICO

O Código Florestal, Lei Federal n.4.771 de 1965, estabelece padrão de proteção às florestas e ao meio ambiente de um modo geral, incluindo aspectos como proteção de nascentes e corpos d'água e áreas particularmente frágeis como mangues e restingas, designadas então como Áreas de Proteção Permanente - APPs. Em 1986 a Lei Federal n.º 511 ampliou a faixa de proteção ao longo dos cursos d'água com menos de 10 m de largura, de 5m para 30m. Em 1989 a Lei Federal n.º 7.803 determinou a aplicação do Código Florestal também às cidades, ao acrescentar ao art. 2º, o Parágrafo único:

“No caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo”.

A partir da Medida Provisória- M.P. 2.166/2001 a definição de APP passou à seguinte forma:

“área protegida nos termos dos artigos 2º e 3º dessa lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas” (artigo 1º § 2º da Lei n.4.771/65 modificada pela M.P. 2.166/2001).

O parcelamento do solo no país, regido pela Lei Federal n.º 6766 de 1979, estabeleceu a exigência de faixa *de non edificandi* (área onde não se pode construir ou impermeabilizar o solo) de 15 m ao lado dos corpos d'água, sem exigência de área verde. Com isso, desde 1989, ficaram aplicáveis simultaneamente duas leis federais com disposições diversas (largura e uso do solo) sobre a mesma matéria: faixa de área *non edificandi* junto aos corpos d'água. Essa situação se tornou ainda mais conflitante após 2001 dada à aplicação do disposto às APPs em áreas “cobertas ou não por

vegetação nativa” – o que pode significar áreas já ocupadas por assentamento urbano que atualmente ficam isentas de se submeter às leis implantadas a partir de 2012 conforme poderemos verificar no item 2.8.1.

Nesse período, da década de 1970 até hoje, ocorreu o maior processo de urbanização no Brasil, sem que fossem implantados sistemas de infraestrutura – inclusive o saneamento - no mesmo ritmo de crescimento da área urbana. Houve intensa urbanização baseada no ônibus e automóvel, que induziu à canalização de córregos e à construção de avenidas de fundo de vale. Notadamente, ocorreu a transformação das capitais em áreas metropolitanas, nas quais a urbanização para habitação popular deu-se em grande parte fora da legislação urbanística e ocorreu grande crescimento de assentamentos irregulares- favelas, mocambos, invasões, comunidades - geralmente em terras públicas e junto a córregos. Esse processo gerou diversos problemas sociais e ambientais que colocam em risco a vida humana, tais como: enchentes periódicas, ilhas de calor, inversão térmica e, de maneira geral, a contaminação de toda a rede hídrica. Os cursos d’água em áreas urbanas sofrem grande poluição por esgotos domésticos, sendo que nas grandes cidades, a contaminação resultante ultrapassa em muito o perímetro urbano, comprometendo áreas agrícolas e de interesse para a conservação da biodiversidade. A partir dos anos 1990 a política habitacional de interesse social, nos diversos níveis governamentais, passou a reconhecer os assentamentos informais, programando projetos de reurbanização e promovendo sua regularização fundiária (BRASIL, LEI FEDERAL, n.º 10.257 ESTATUTO DA CIDADE, 2001; FERNANDES, 2010).

Os municípios, especialmente os mais estruturados, promoveram essas iniciativas, fortalecidos institucionalmente com seu reconhecimento constitucional como responsáveis pelo uso e ocupação do solo urbano.

Essa nova diretriz de urbanização e regularização de interesse social foi apoiada por financiadores nacionais e internacionais, com a execução de obras de saneamento, estabilização geotécnica, reconstrução e reforma de residências, além das necessárias remoções de famílias em áreas de risco ou em locais de alta densidade. Houve grande desenvolvimento de tecnologias nas áreas de engenharia civil, geotécnica, sanitária, arquitetura e urbanismo, voltadas a essa problemática específica das nossas cidades, bem como pesquisas relacionadas à avaliação dos resultados destas ações.

Em paralelo ao fortalecimento das normas ambientais, o Brasil passa mais recentemente pelo fortalecimento de normas para planejamento e da gestão territorial: a Lei Lehmann, o Estatuto da Cidade - Lei Federal de 2001 - os Planos de Bacia Hidrográfica, os Planos Diretores Municipais e, hoje em dia a retomada de investimentos públicos em saneamento e habitação.

O Estatuto da Cidade criou e referendou novos instrumentos administrativos e jurídicos para essa política. Porém aquela contradição das duas leis federais tratando de forma diversa trechos da área urbana não foi considerada. Assim, muitas tensões entre os procedimentos do setor habitacional e os dos setores ligados ao meio ambiente começaram a surgir. Há dificuldades de finalização de processos de regularização quando há áreas de preservação permanente dentro do perímetro dos projetos habitacionais; ou quando os órgãos financiadores tratam como novos empreendimentos as obras de urbanização de assentamentos preexistentes e exigem licenciamento urbanístico e ambiental.

Em 2001, a Medida Provisória nº 2.166-7 (referente ao Código Florestal) ao estender o caráter de área de preservação permanente àquelas “cobertas ou não por vegetação nativa”, atribuiu ao Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA enquadrar por resoluções “obras, planos, atividades ou projetos” como aceitáveis excepcionalmente nessas áreas, por se tratarem de casos de utilidade pública e interesse social.

2.9.1 Novo Código Florestal– Leis 1 nºs 2.651 e 12727

Atualmente a lei nº 12.651 de maio de 2012, é a que está em vigor. Sendo uma lei ordinária, pode ser modificada a qualquer tempo, seja por Medida Provisória ou por Projeto de Lei que tramite no Congresso Nacional dos vetos feitos pela Presidente (CÓDIGO FLORESTAL, 2012).

A nova lei foi elaborada desde 2009, existindo para tal, uma comissão responsável; foi votada em 25 de maio de 2012 com vetos da Presidente tendo como consequência a lei nº 12727, de 17/10/2012, que inclui esses vetos (CÓDIGO FLORESTAL, 2012).

A Lei nº 12727 no Artigo 4º faz considerações sobre APP em zonas rurais e urbanas, dispondo sobre as faixas marginais de curso de água.

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei: I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros (BRASIL, LEI FEDERAL, n.º 12727, 2012).

A revisão bibliográfica, do geral para o particular, ou seja, do nacional remetendo ao Brasil ao municipal remetendo a Curitiba, onde estão os estudos de caso, busca a seguir compreender o Município de Curitiba no que se refere aos seus corpos hídricos.

2.10 CORPOS HÍDRICOS E REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

Segundo dados do IBGE (2010), a concentração urbana no Brasil é da ordem de 80% da população (84%, ver subcapítulo 2.7). Estudos demonstram que o desenvolvimento urbano que aconteça de forma não ou pouco planejada gera a ocupação de APP e o mal uso de recursos hídricos. O crescimento rápido da população urbana e da industrialização submete os recursos hídricos a graves pressões e reduz a capacidade de proteção ambiental de muitas cidades (AGENDA 21, 1996). À medida que as cidades ampliam suas áreas, ocorre o aumento das vazões dos rios devido à crescente impermeabilização e canalização (ver capítulo 2.3). Associado a este fator, o aumento significativo da produção de sedimentos devido aos resíduos sólidos de esgoto doméstico e industrial; consequência da ampliação das atividades antrópicas, agrava a situação.

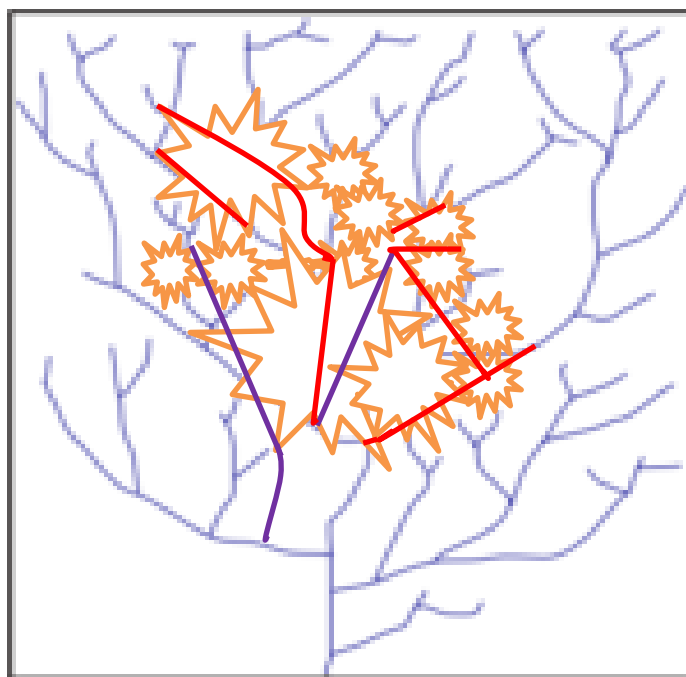
Em Curitiba e Região Metropolitana (RMC), a situação se repete, embora exista uma grande quantidade de recursos hídricos distribuídos em seis sub-bacias, que compõem a Bacia do Alto Iguaçu, o crescimento da cidade trouxe a vulnerabilidade ambiental e fez com que a qualidade de seus rios esteja muito comprometida. A Bacia do Iguaçu faz parte da Bacia do rio Paraná, o principal do Estado de mesmo nome. O rio Paraná se localiza a oeste do Estado onde o rio Iguaçu desagua (ver subcapítulo 2.7.2),

sendo que o Município de Curitiba localiza-se à margem direita e a leste da maior sub-bacia do Rio Paraná, a Bacia do Rio Iguaçu.

Curitiba e sua Região Metropolitana estão localizadas na bacia hidrográfica do Iguaçu que possui características dentríticas (em forma ramificada), ou dendrítica (do grego dendros, que significa árvore), de drenagem, existindo inúmeras ocupações urbanas nas áreas de várzea dos corpos hídricos do Município.

Na figura 23, se pode observar o desenho de Eurico Zimbres, (2009) com a representação esquemática de bacia hidrográfica dentrítica. O desenho foi modificado pela autora para exemplificar esquematicamente, como pode se dar ocupação urbana em bacia hidrográfica do tipo dentrítica, representada pelas linhas azuis ; a ocupação urbana representada pelas ‘estrelas’ laranjas; a retificação dos rios a céu aberto, representada pelas linhas roxas; os trechos de rios canalizados e enterrados representados pelas linhas vermelhas.

Figura 23 - Desenho esquemático de rios e urbanização em bacia hidrográfica Dentrítica



Fonte: http://www.dicionario.pro.br/dicionario/index.php/Padr%C3%A3o_de_drenagem
e adaptações da autora

O documento Relatório Ambiental da Região Metropolitana de Curitiba, elaborado pela Comec (2006), afirma que a precariedade do esgotamento sanitário é a

questão mais grave do quadro ambiental da Região Metropolitana de Curitiba; e isto não se restringe às áreas de ocupação da população de baixa renda. A precariedade de saneamento básico, além de problemas de saúde pública, tem como consequência direta a degradação da qualidade hídrica. Uma das principais fontes de poluição da água superficial e subterrânea é o lançamento de esgotos.

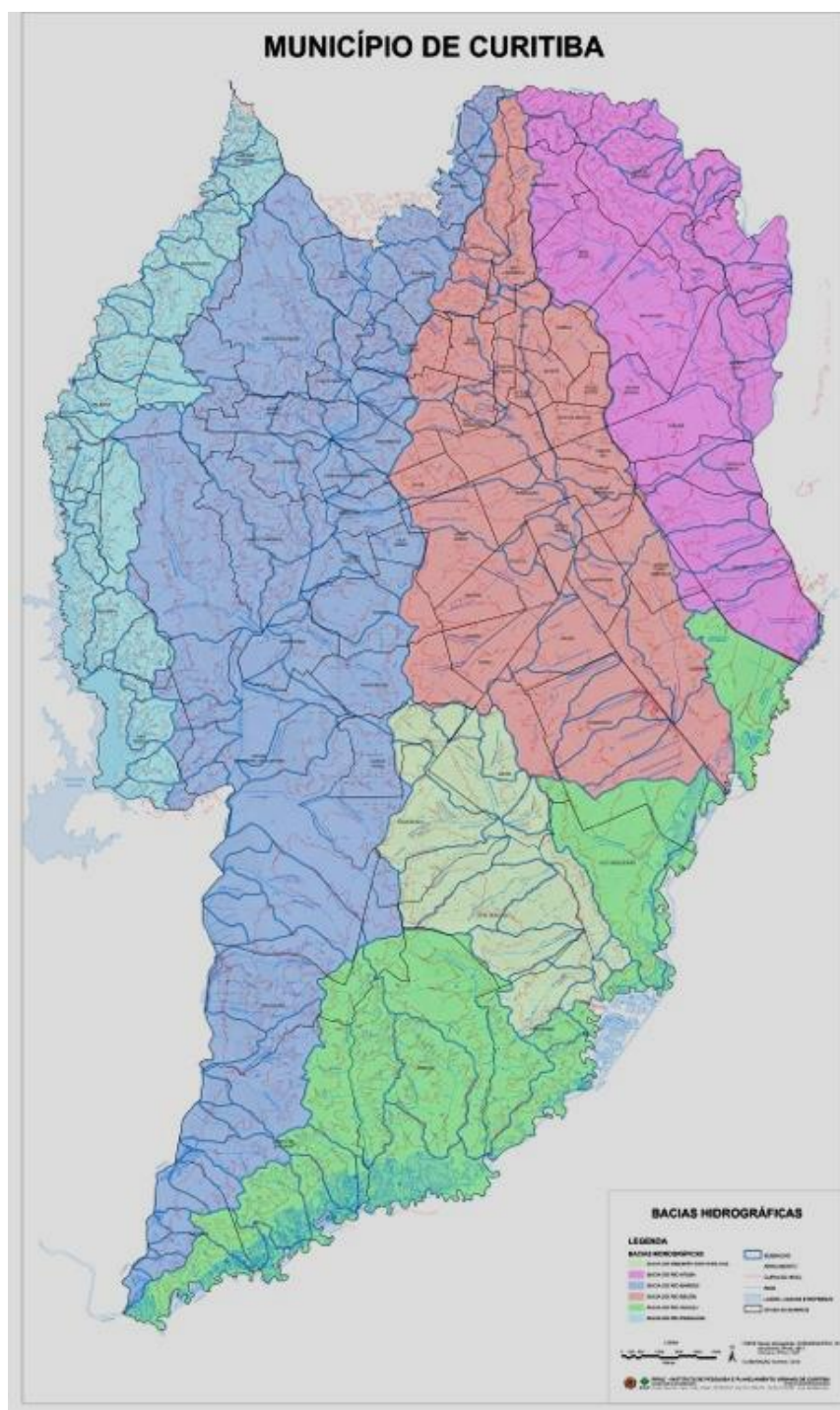
Segundo Pereira (2001), em Curitiba, o único rio ainda utilizado para abastecimento de água é o Passaúna, limite oeste do Município, cuja bacia abrange também áreas dos municípios da Araucária, Campo Largo e Almirante Tamandaré. Os demais rios que percorrem a cidade estão totalmente comprometidos pela poluição. Muita das águas despejadas nos corpos hídricos de Curitiba não recebe tratamento e as submetidas a eles também podem causar poluição (PEREIRA, 2001).

Segundo o Relatório de Diagnóstico do Plano da Bacia do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira, baseado em dados fornecidos pela Sanepar (2007), existem três sistemas principais para o abastecimento de água de Curitiba e Região: o Iraí, o Iguaçu e o Passaúna. O do Iguaçu é o de maior capacidade da região, situado na parte leste da Bacia do Alto Iguaçu e com a captação feita no rio Iguaçu, imediatamente a montante da rodovia BR-277(Curitiba-Paranaguá); local onde se encontram a barragem de captação e a elevatória de água bruta. O sistema é alimentado pelo Canal Extravisor, paralelo ao rio Iguaçu, que recebe as sobras da captação do Iraí, mais os rios Itaquí e Pequeno; os rios Atuba, Palmital e do Meio foram descartados da captação, devido à degradação de sua qualidade.

Na área da Região Metropolitana de Curitiba, existem cinco sub-bacias contribuintes da margem direita do rio Iguaçu, são elas: a sub-bacia do rio Passaúna, do rio Barigui, do rio Belém, do rio Atuba, do Ribeirão dos Padilhas; existe também dentro do Município uma área de contribuição direta no rio Iguaçu denominada Bacia do Alto Iguaçu. Em relação a esses rios, existe estudo realizado pela PMC, Cohab e IPPUC, onde são feitas considerações gerais e são analisadas as micro-bacias hidrográficas existentes no Município. As sub-bacias do Passaúna, do Barigui, do Atuba e a bacia do Iguaçu que possuem suas nascentes fora do Município de Curitiba e as sub-bacias do Belém e do Ribeirão dos Padilhas se encontram inteiramente dentro do Município.

Devido ao relevo da Região Metropolitana de Curitiba possuir predominância de maiores altitudes ao norte do Município, todas as suas seis bacias hidrográficas correm para o Sul, indo desembocar no principal rio da cidade, o Rio Iguaçu, que, por sua vez, irá desaguar no Rio Paraná a oeste do Estado.

Figura 24 - Mapa das bacias hidrográficas de Curitiba



Fonte: IPPUC, 2013

2.10.1 Bacias hidrográficas: aspectos relevantes ao Desenho Urbano

Embora os recursos hídricos na Região Metropolitana de Curitiba sejam abundantes, a qualidade desses está comprometida devido a uma série de fatores como: infraestrutura de esgotamento sanitário precária, ocupações irregulares nas margens dos rios, presença de lixo e assoreamento, entre outros.

A sub-bacia do rio Passaúna tem o rio Passaúna como afluente da margem direita do rio Iguaçu e sua bacia hidrográfica abrange uma extensão territorial de cerca de 217 km². Localiza-se, nesta bacia, parte dos territórios dos municípios de Almirante Tamandaré, Campo Magro, Campo Largo, Curitiba e Araucária. O rio Passaúna nasce no Distrito de Marmeleiro em Almirante Tamandaré e possui 48,3km de extensão. Tem a sua nascente principal preservada em uma área particular de proteção ambiental e divide o Município de Curitiba, na sua porção oeste; e os Municípios de Campo Magro e Campo Largo, desaguardando no rio Iguaçu no Município de Araucária. No Município de Curitiba, a sub-bacia do rio Passaúna possui extensão territorial de 37,9km². A urbanização da bacia do Rio Passaúna apresenta baixa ocupação com características rurais e alguns núcleos urbanos. Boa parte da bacia compõe a APA do rio Passaúna; e apresenta uma densidade populacional de 6,05 habitantes/ha. O rio Passaúna abastece de água a parte oeste da cidade de Curitiba. Às margens da represa, situa-se o Parque do Passaúna, criado em 1991, localizado na Área de Proteção Ambiental Estadual do Passaúna – APA Passaúna e tem como função proteger a bacia do rio Passaúna fazendo o controle das atividades realizadas na APA (PMC; COHAB; IPPUC, 2005).

A sub-bacia do rio Barigui faz parte do grupo de afluentes da margem direita do rio Iguaçu, estando localizada entre as bacias do rio Atuba, Belém e do Ribeirão dos Padilhas a leste; e o rio Passaúna a oeste. O rio Barigui nasce na Serra da Betara, próximo à divisa dos municípios de Almirante Tamandaré e Rio Branco do Sul, possui uma extensão aproximada de 60 km entre sua nascente e a foz no rio Iguaçu. No Município de Curitiba passa por aproximadamente 45 km. A área de drenagem da bacia do rio Barigui é de 279,11 km², sendo 140,8 km² no Município de Curitiba, onde ele inicia seu caminho pelo bairro Abranches, passando pelo Taboão, Pilarzinho, Vista Alegre, Cascatinha, Santo Inácio e, no percurso, forma os Parques Tanguá, Tingui e Barigui; depois passa pela região da Cidade Industrial alcançando o Rio Iguaçu, na divisa com o Município de Araucária. Seus principais afluentes na margem direita, no

Município de Curitiba, são: rio Tanguá, rio Uvo, ribeirão dos Muller e rio Campo Comprido. Na margem esquerda, os principais afluentes são: rio Vila Formosa, rio Passo do França, arroio do Andrada, arroio da Ordem e arroio Pulador. Em vários trechos de seu percurso, existem faixas sujeitas à inundação, principalmente próximo da foz onde o risco aumenta, devido às margens do rio serem mais rebaixadas. Neste trecho, as várzeas são periodicamente ocupadas por inundação. Isto ocorre pelo menos uma vez por ano e a faixa sujeita varia de 100m a 1 km de largura. A área é úmida e considerada como de equilíbrio ecológico natural, muito passível de receber degradação pela ação antrópica. Toda a bacia por ser urbana sofre muitos desequilíbrios ambientais, causados por falta de infraestrutura de saneamento, ocupação e impermeabilização do solo e mesmo pela retificação do curso natural do rio, dentre outras. Em relação à coleta de efluentes sanitários, existem hoje duas ETEs, a de Santa Quitéria e a CIC-Xisto, que correspondem a 60% de coleta de esgotos. As áreas verdes e áreas de lazer somam 27.987.024m², o que representa um índice de 56,49m² de área verde/habitante. Existem 143.081 domicílios, que abrigam 495.390 habitantes (PMC; COHAB; IPPUC, 2005).

A sub-bacia do rio Belém tem nele um corpo hídrico genuinamente curitibano com extensão de 17,13km. Nasce no bairro Cachoeira, onde a sua nascente principal está no Parque Nascente do Belém, criado para protegê-la; atravessa a cidade de norte a sul, percorrendo vários bairros da cidade até desaguar no rio Iguaçu, no bairro Boqueirão. A bacia do rio Belém é uma das mais importantes da cidade devido à sua área de drenagem que é de 87,80 km², equivalente a 20,32% da área total da cidade que é de 432km². No seu percurso, encontram-se o Parque São Lourenço, a Ópera de Arame, a Pedreira Paulo Leminski, o Bosque do Papa, o Passeio Público e o Jardim Botânico. Está canalizado do bairro Centro Cívico até próximo da Rodoferroviária onde desembocam dois de seus afluentes, também canalizados: os rios Ivo e Juvevê. O rio Belém possui 46 afluentes, sendo um dos principais o rio Bigorrilho, que passa na rua Fernando Moreira e se encontra a céu aberto neste trecho. A sub-bacia do rio Belém é urbana portanto sofre desequilíbrios ambientais devido às ações antrópicas como infraestrutura de esgotamento sanitário precária, ocupações irregulares nas margens, presença de lixo, desmatamento, alteração da forma original do rio – retificação do canal, confinamento do seu leito e impermeabilização do solo devido ao processo de urbanização, entre outros. Na sub-bacia do rio Belém, as áreas verdes e áreas de lazer perfazem 5.363.156m² e representam um índice de 11,45 m² de área verde/habitante

Existem 151.944 domicílios que abrigam 468.433 habitantes; os assentamentos espontâneos possuem 4.623 domicílios, os loteamentos clandestinos 581 domicílios. É considerado o rio da cidade mais impactado pela urbanização (PMC; COHAB; IPPUC, 2005).

O rio Atuba é, junto com o rio Iraí, um dos formadores do rio Iguaçu (ver subcapítulo 2.7.4), do qual é afluente pela margem direita. A sua bacia hidrográfica abrange uma extensão territorial de cerca de 128,6km² de área de drenagem dos quais 63,7km² estão no Município de Curitiba. O principal contribuinte é o rio Bacacheri, cuja bacia tem área aproximada de 30km². Além de Curitiba, estão implantados na sub-bacia do Atuba os municípios de Almirante Tamandaré, Colombo e Pinhais. Nas cabeceiras da sub-bacia do rio Atuba, encontra-se parte da formação geológica que constitui o Aquífero Karst; um dos mananciais de água potável da RMC. O rio Atuba possui 29,5km de extensão e junto com o rio Bacacheri são referência histórica: em suas margens, começou a ocupação do Município de Curitiba, na região conhecida como Vilinha situada no bairro do Atuba. Atualmente, a região passa por processo de ocupação populacional intensa o que aumenta o risco de inundação na bacia devido ao aumento da impermeabilização do solo. Na sub-bacia do rio Atuba, as áreas verdes e áreas de lazer perfazem um total de 8.642.990 m², que representam um índice de 29,42m² de área verde/habitante. Existem 84.794 domicílios, o que corresponde a uma população de 293.780 habitantes (PMC; COHAB; IPPUC, 2005).

A Sub-Bacia do Ribeirão dos Padilhas possui área de 33,8km² e situa-se na parte sul do Município, abrangendo, total ou parcialmente, os seguintes bairros: Capão Raso, Xaxim, Pinheirinho, Sítio Cercado, Alto Boqueirão e Ganchinho. O Ribeirão dos Padilhas possui 10,2 km de extensão e sua nascente fica no bairro Capão Raso, próximo a Avenida Winston Churchill, e sua foz fica no bairro; no rio Iguaçu. Seus principais afluentes são: o Arroio Pinheirinho, Arroio Cercado, Arroio Boa Vista, Córrego Vila Osternack e Rio Ganchinho. De todas as sub-bacias hidrográficas de Curitiba, é a que tem a menor incidência de áreas verdes e de bosques, perfazendo um total de 2.859.791m²; índice de 13,36m² de área verde/habitante. Devido à impermeabilização do solo pela ocupação urbana, a área está sujeita a inundações. Existem 59.376 domicílios, dos quais 8.109 têm assentamentos espontâneos (PMC; COHAB; IPPUC, 2005).

A Bacia do Alto Iguaçu é formada na nascente do rio Iguaçu até aproximadamente 40km de extensão a jusante do rio. No Município de Curitiba, passa pelo Parque Municipal do Iguaçu e pelo Jardim Zoológico de Curitiba. Em 1991, foi criada a APA do Iguaçu como forma de proteger o rio de atividades de extração de areia e argila que danificam suas margens. Entre seus principais afluentes estão os rios formadores de cinco sub-bacias do Município: rio Passaúna, rio Barigui, Rio Belém, rio Atuba e Ribeirão dos Padilhas, além dos rios: Moinho, Arroio-Espigão e Arroio da Prensa. Na Bacia do Alto Iguaçu, as áreas verdes e áreas de lazer perfazem um total de 18.579.483m², o que corresponde a um índice de 205,98m² de área verde/habitante da bacia. Existem 24.958 domicílios com cerca de 90.201 habitantes (PMC; COHAB; IPPUC, 2005).

O Município de Curitiba, conforme foi colocado, está sujeito a inundações em determinadas áreas de todas as sub-bacias que possui; o controle a esses fenômenos pode ser realizado pelo Desenho Urbano com medidas de gestão e preventivas de forma a minimizar suas consequências.

2.11 CURITIBA E INUNDAÇÕES URBANAS

Segundo Tucci (2003), o controle de inundações de áreas urbanizadas pode ser executado de duas maneiras: as estruturais e as não-estruturais. As estruturais são as que interferem no rio e sua bacia hidrográfica, através de obras como: canalização, diques, barragens e mudanças no curso natural, entre outras. As medidas não-estruturais são preventivas, como: demarcação de áreas sujeitas a inundações, preservação da mata ciliar e monitoramento do leito maior do rio, que normalmente é ocupado no intervalo de dois anos. A intervenção estrutural pode ser solução em uma área e um agravante potencial para inundações em outra mais a jusante daquela situação, como por exemplo: a retificação e canalização de um rio pode aumentar a potência de seu fluxo de água, o que causa inundações em outra área com menor altitude ou mais plana onde o corpo hídrico não possui a mesma vazão.

Em Curitiba, as inundações foram agravadas no intervalo temporal de um século causando a cada episódio prejuízos maiores. O aumento da magnitude dos fenômenos atingiu cotas topográficas cada vez mais elevadas e colocou maior extensão de terras sob riscos de

alagamentos. A piora do quadro atrai o meio científico e o poder público para propor medidas mitigatórias junto à população civil e buscar soluções para enfrentar as catástrofes (GEISSLER e LOCH, 2004, p 508).

A matéria jornalística de 16/10/2010, do jornal Gazeta do Povo do espaço reservado na época ao Projeto Águas do Amanhã, intitulada “Infográfico mostra áreas inundáveis de Curitiba”, de autoria de João Rodrigo Maroni (Fig. 24), ilustra o problema com o comentário: Mapa revela o risco de inundação nas principais micro-bacias hidrográficas da capital paranaense.

Figura 25 - Infográfico mostra áreas inundáveis de Curitiba

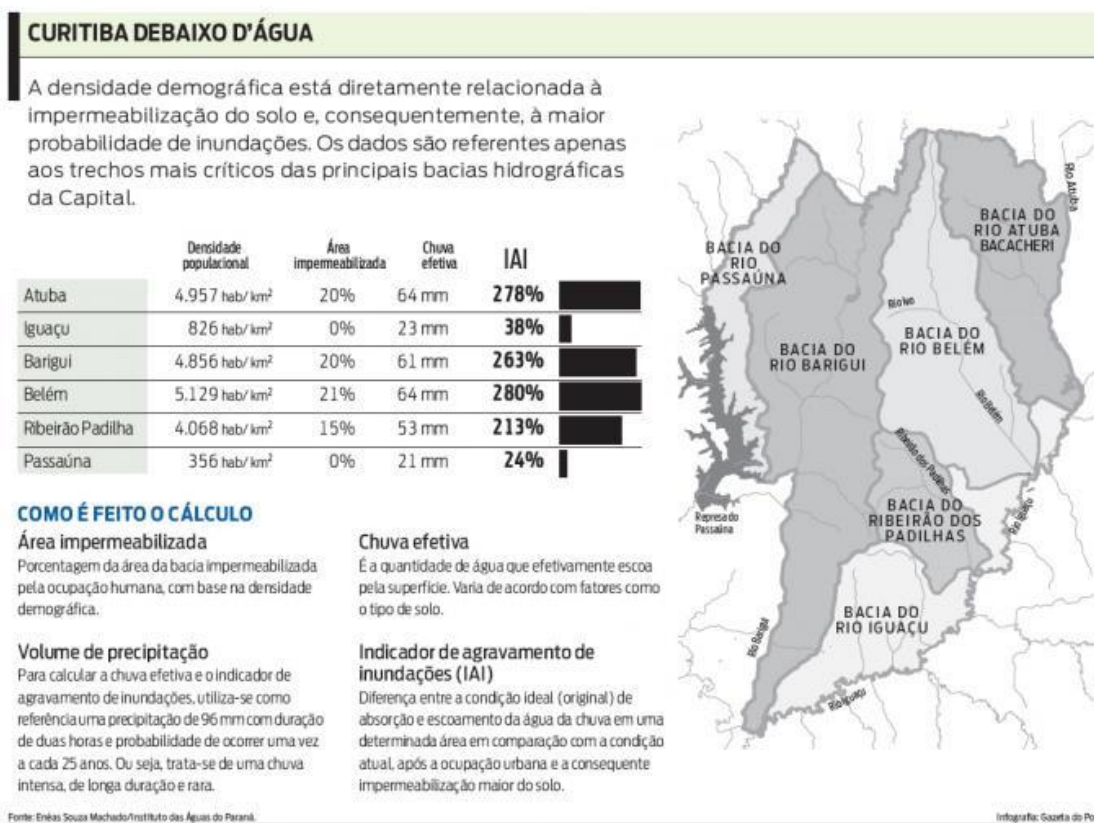


Figura 24 - Material fornecido pelo autor, jornalista João Rodrigo Maroni, enviado para a autora dessa dissertação por e-mail em 10/05/2013. A resolução gráfica do infográfico não está perfeita, mas esse foi o único arquivo localizado pelo jornalista, o projeto Águas do Amanhã encerrou em 2011.

O infográfico acima mostra que o alto índice de impermeabilização do solo tem relação direta com a probabilidade de inundações. Segundo Huergo (2012), a taxa de permeabilidade dos lotes pode ser classificada como uma ferramenta na gestão do meio urbano, tornando-se uma medida de controle se implantada com rigor, pois será um fator de restrição ao uso do solo e, em consequência uma forma de manter o equilíbrio hidrológico com o processo natural de permeabilidade do solo.

Em Curitiba, as leis municipais de uso e ocupação do solo dividem no zoneamento da cidade as regiões onde a taxa de ocupação é maior. O chamado Setor Estrutural é o mais denso de todo o zoneamento. Veremos a seguir os parâmetros de uso do solo neste setor.

2.12 CURITIBA / SETOR ESPECIAL ESTRUTURAL – SE

O SE tem a legislação no Decreto nº 190, de 03 de abril de 2000, que dispõe sobre os critérios de uso e ocupação do Plano Massa nestes setores. Os Setores Especiais Estruturais – SE são eixos de crescimento da cidade, caracterizados como áreas de expansão do centro tradicional e como corredores comerciais, de serviços e de transportes tendo como suporte um sistema trinário de circulação. O sistema trinário é composto por uma via central e duas externas, sendo a via central aquela que contém a canaleta para o transporte de massa; as pistas lentas para atendimento às atividades lindeiras; e as vias externas, que são ruas paralelas com sentido único de tráfego, destinadas ao fluxo contínuo de veículos (CURITIBA, 2000).

Na via central, em alguns trechos, localiza-se o Plano Massa, sendo chamado Setor Estrutural com Plano Massa (figs. 26 a 28) O Plano Massa compreende um embasamento comercial, constituído de dois pavimentos, térreo e sobre-loja, edificadas no alinhamento predial da via central e destinado a criar uma calçada de circulação para pedestres. Para isto a vedação do térreo deve estar recuada no mínimo de 4 m (quatro metros) desse alinhamento, para a constituição de uma galeria comercial coberta, podendo a sobreloja ficar em balanço (CURITIBA, 2000).

Figura 26 - Rua Pe. Anchieta/ Bigorrrilho/ Curitiba – S E com Plano Massa / à direita galeria comercial coberta



Fonte: a autora, dez. 2011

Figura 27 - Mapa de micro região urbana de Curitiba com esquema do sistema trinário no Setor Estrutural

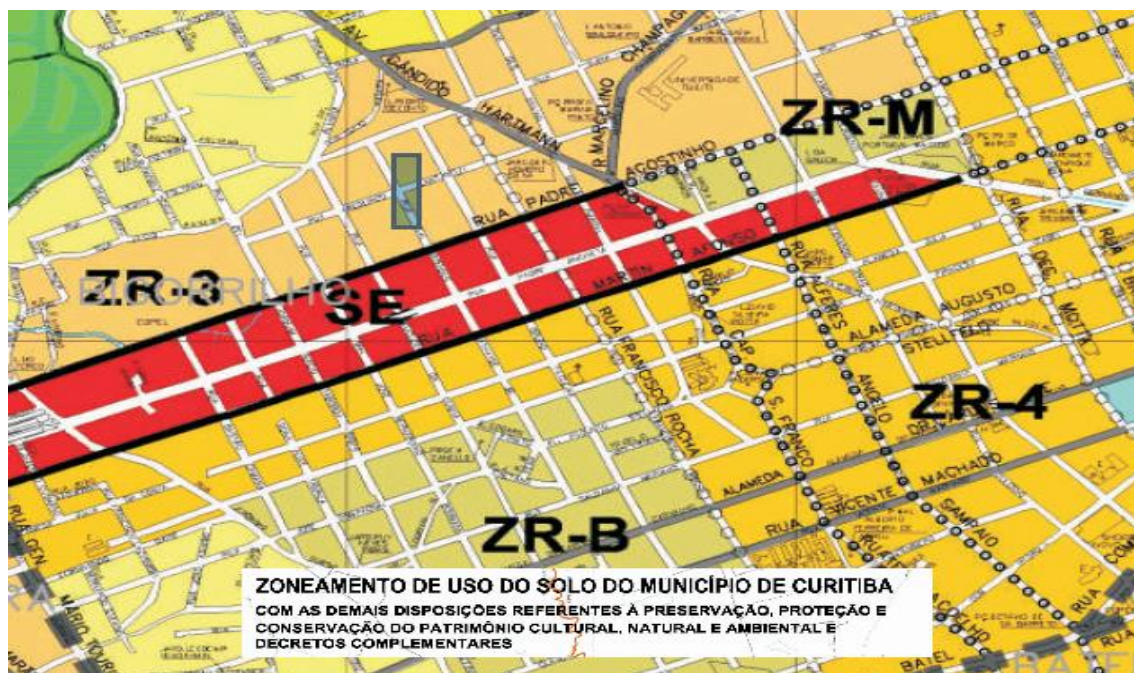


Figura 28 - Vista aérea de micro região urbana no Bigorriho, onde o zoneamento se denomina Setor Estrutural com Plano Massa e onde se vê acima a via central e abaixo uma das vias externas do sistema trinário de circulação,



Fonte: Google Maps

2.13 CURITIBA / OCUPAÇÃO IRREGULAR / BOLSÃO AUDI-UNIÃO

O fenômeno urbano se sobrepõe ao desenho territorial oficial e administrativo, que foi o que ocorreu no caso do Bolsão Audi-União. A área assim denominada localiza-se na divisa com São José dos Pinhais e engloba parte dos bairros Uberaba, Cajuru e Capão da Imbuia. A região faz parte da Área de Proteção Ambiental do rio Iguaçu e foi ocupada irregularmente a partir de 1998. Antes desta ocupação, a área era uma região de extração de areia e, em consequência, possuía inúmeras depressões no solo e também era sujeita a inundações devido à proximidade do rio Iguaçu (IPARDES, 2010).

Pelo Decreto de Lei nº 192 em seu artigo 5º, no que diz respeito à Área de Proteção Ambiental do Iguaçu, Parque Municipal do Iguaçu, a ocupação invade em algumas áreas os limites estipulados (CURITIBA, 2000).

ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE - consiste em áreas a preservar ou recuperar, de forma a propiciar a regeneração natural da cobertura vegetal, possibilitar o estabelecimento natural e o deslocamento da fauna local, assim como de proteger os cursos d'água, e compreende as faixas marginais mínimas de 100m (cem metros) ao longo do Rio Iguaçu e 50m (cinquenta metros) de seus meandros [...] (CURITIBA, 2000, p.2)

Em relação à legislação de uso do solo e gestão da ocupação fundiária o Decreto de Lei nº 192 no seu artigo 3º estipula:

Art.3º A APA do Iguaçu será administrada pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente - SMMA, em estreita articulação com os demais órgãos da Prefeitura Municipal de Curitiba, com o Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba- IPPUC, com o Instituto Ambiental do Paraná - IAP e com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, podendo propor convênios com órgãos e entidades públicas ou privadas para a recuperação, conservação e proteção da APA do Iguaçu (CURITIBA,2000, p. 1).

O que ocorre atualmente é a urbanização da região com a aplicação da lei adaptada a cada situação, pois o Bolsão Audi-União está formado por vilas com situações de ocupação diferenciadas: existem loteamentos já consolidados e loteamentos sendo implantados pela COHAB, que é o órgão gestor atualmente. No capítulo 4.2 desta dissertação, é explanada a situação de cada vila, para melhor entendimento do caso. Na região não se aplica o sistema de zoneamento da PMC devido à forma irregular da implantação urbana existente e já consolidada.

Figura 29 - Vista aérea dos 'lotes' existentes no Bolsão Audi-União, de ocupação desordenada



Fonte Cohab foto Cesar Brustolin em 02/07/2001

3 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

3.1 DEFINIÇÃO DA ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A estratégia de pesquisa foi baseada em dados qualitativos. Também foram levantados dados quantitativos, como, por exemplo: número de ocorrências de inundações, número de habitantes na área e valores de investimentos em obras públicas realizadas, de forma a dar relativo suporte técnico à pesquisa.

Atendendo a este objetivo exploratório (conforme apresentado no subcapítulo 1.3), apresenta-se o estudo de caso como estratégia mais adequada, já que analisa o problema no seu contexto e se vale de múltiplas fontes de evidência, de acordo com Yin (2001).

Segundo Moreira e Caleffe (2006), as pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, a cerca de determinado fenômeno. Para um tema genérico é necessário esclarecê-lo e delimitá-lo; isto exige revisão da literatura e discussão com especialista, o que poderá gerar como produto final um problema mais esclarecido e passível de investigação mediante procedimentos mais sistematizados.

Segundo Gil (1994) a pesquisa exploratória tem como principal fim esclarecer, desenvolver e modificar conceitos e ideias, com objetivo de formular problemas com maior precisão ou hipóteses pesquisáveis para outros estudos no futuro. Essas pesquisas se baseiam em levantamentos da bibliografia e de documentos além de em entrevistas não-estruturadas e estudos de caso.

Segundo Yin (2001), estudo de caso é a estratégia escolhida ao se examinarem acontecimentos contemporâneos, mas quando não se podem manipular comportamentos relevantes. Para Yin (2005) é uma estratégia de realização de pesquisa onde a investigação empírica de um fenômeno contemporâneo particular está envolvida dentro do contexto da vida real, usando várias fontes de evidência.

O estudo de caso é um método de investigação empírica de fenômenos contemporâneos e particulares que considera o contexto de vida real e utiliza múltiplas fontes de evidência. Podem ser objetos de estudo, um grupo, uma instituição ou vizinhança, um programa, ressaltando-se que

o pesquisador assume sempre a percepção dos elementos envolvidos no objeto como uma unidade (ROBSON, 2002).

A partir de áreas de estudo da região do núcleo urbano da cidade de Curitiba em dois sítios diversos, desenvolvem-se os estudos de caso.

Os estudos de caso representam a estratégia preferida quando se colocam questões ‘como’ e ‘por que’, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os acontecimentos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real (YIN, 2001).

Para o estudo da relação existente entre Desenho Urbano e corpos hídricos conforme o objetivo de explorar uma relação menos agressiva ao meio ambiente a partir de ações preventivas relativas à sustentabilidade que incluem controle de inundações, podem ser feitas dentre outras as perguntas:

- Como o desenho urbano pode interferir em corpos de água como os rios e os córregos?
- Por que essa interferência pode ser prejudicial ao meio natural da micro-bacia hidrográfica?
- Como essa interferência pode causar danos ao ambiente urbano construído?
- Por que essas consequências danosas prejudicam o ambiente construído e seus atores?

Pesquisas acerca da ocupação urbana em áreas de bacias hidrográficas resultam na análise do uso feito pela população do local. Observa-se influência da cultura, da necessidade, e da gestão em relação aos ambientes naturais onde o ambiente construído existe (ALMEIDA *et al*, 2003).

Para esclarecer o uso do solo e alterações na micro-bacia, na áreas dos estudos de caso, foram elaborados levantamentos das condições de estrutura fundiária (termo normalmente usado para áreas rurais, neste caso usado para caracterizar a normatização existente na legislação de ocupação das área em estudo). Foram levantadas as alterações efetuadas nos corpos hídricos em questão e sua localização na micro-bacia onde se localiza. Pesquisada a legislação referente a recursos hídricos conforme o novo Código Florestal, leis 12651, (2012) e 12727, (2012), como também parte da literatura existente relacionada à urbanização, Desenho Urbano e estudos científicos e exemplos de intervenções realizadas em corpos hídricos urbanos em diversas cidades do mundo, a pesquisadora obteve parâmetros para criar a estratégia da pesquisa.

3.2 UNIDADES DE ANÁLISE

A unidade de análise é a microrregião urbana considerada em seu Desenho Urbano em relação à micro-bacia existente. Esta unidade de análise aparece em cada um dos dois estudos de caso em Curitiba onde foram analisados o Desenho Urbano; as interferências efetuadas na rede hidrográfica das micro-bacias, consequentes dessa ocupação urbana; as ocorrências de inundações e efeitos destas na estrutura do ambiente construído na região.

3.3 DELIMITAÇÕES DAS UNIDADES

Este estudo considera a cidade de Curitiba a partir de áreas de ocupação urbana em áreas de várzeas de rios onde ocorreram inundações nos últimos dez anos.

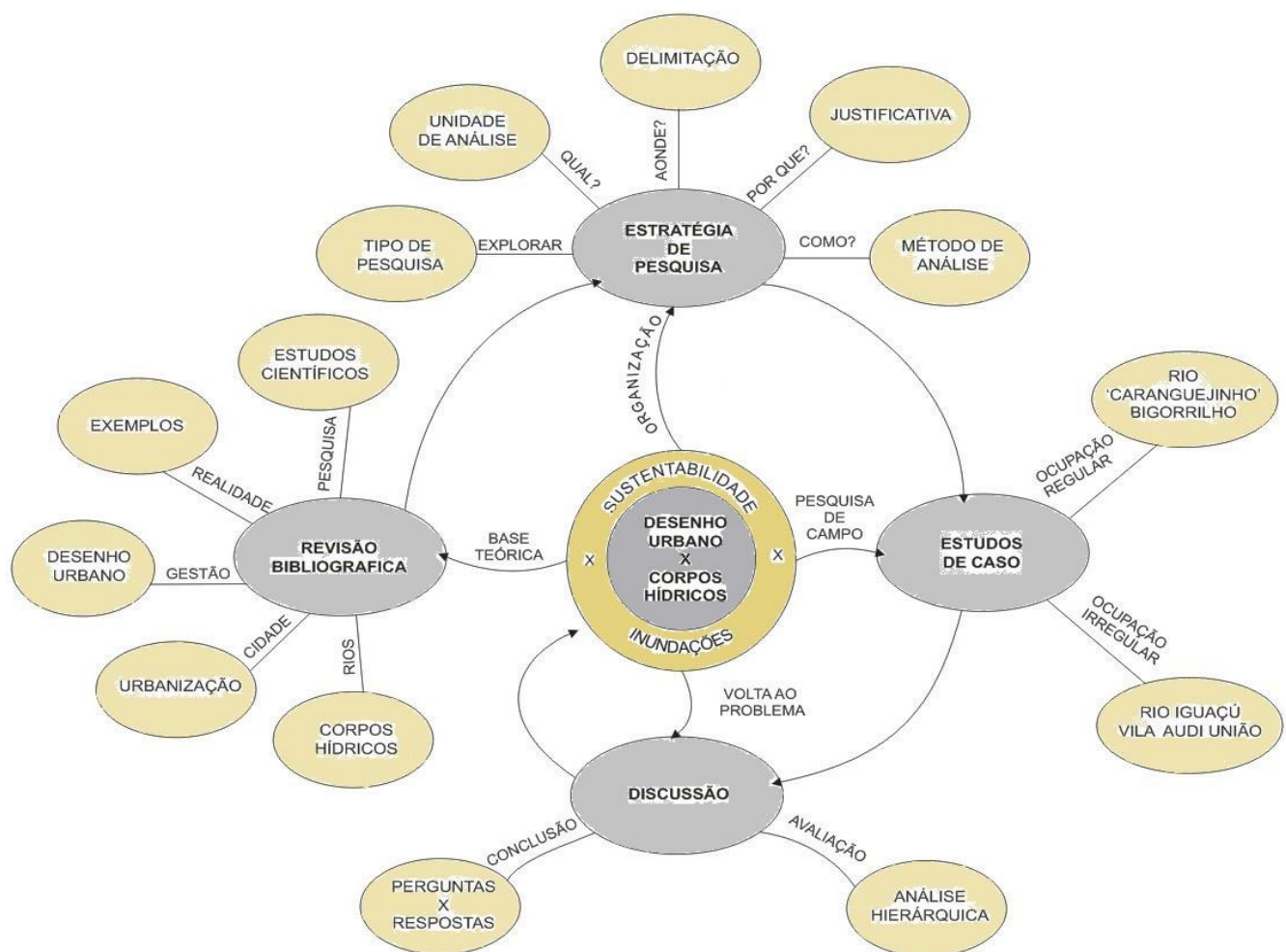
Os estudos de caso realizados a partir de áreas de ocupação urbana consolidadas, onde analisados o Desenho Urbano e as interferências efetuadas na rede hidrográfica das micro-bacias consequentes dessas ocupações urbanas e as ocorrências, nesta pesquisa, inundações e suas consequências para a estrutura do ambiente construído na região.

O critério é usar recortes espaciais urbanos situados em micro-bacias hidrográficas para os estudos de caso. A pesquisa adota dois estudos de casos, sendo um em área de micro-região urbana no bairro do Bigorrilho, situado na região do núcleo central da cidade de Curitiba e o outro em área localizada no bairro Uberaba, na região leste do Município de Curitiba, divisa com o Município de São José dos Pinhás. O perímetro específico adotado para o levantamento de campo considera os parâmetros: região de micro-bacia com a abrangência dos corpos de água em questão e área do recorte urbano relativa ao que foi estudado.

A pesquisa se limitou aos seguintes itens do Desenho Urbano: tipo de ocupação urbana (regular ou irregular), densidade demográfica na micro-região urbana, relação traçado urbano/ curso do corpo hídrico existente e intervenções de Engenharia no corpo hídrico.

No estudo realizado não foram abordados: o sistema de transporte, a biodiversidade, o gabarito arquitetônico das edificações e as soluções técnicas utilizadas para a infraestrutura, de abastecimento de energia elétrica, de água e de gás, dentre outros, que poderão ser estudados futuramente abrangendo o mesmo tema de pesquisa.

Figura 30 - Mapa Mental



Fonte: Bittar (2013) / Montagem: Alencastro (2013)

3.4 MAPA MENTAL

O Mapa mental (Fig.30) foi útil para visualizar o problema de pesquisa e toda a evolução do trabalho. No núcleo da pesquisa, Desenho Urbano x corpos hídricos, colocado ao centro com as abordagens relativas, sustentabilidade e inundações e partindo dele toda a sequência do trabalho realizado, seguindo no sentido horário as principais etapas: revisão bibliográfica, estratégia de pesquisa, estudos de caso e discussão. Cada uma das etapas com as suas sub-etapas formadoras e necessárias para em conjunto chegar ao todo do trabalho e finalmente voltar ao problema central, pois a pesquisa não está fechada para outras possibilidades e questionamentos do mesmo problema.

3.5 SELEÇÃO DOS CASOS PARA ESTUDO

Os estudos de caso desenvolvidos em recortes urbanos da cidade, definidos por micro-regiões pertencentes a áreas de várzeas de dois rios foram: um no bairro do Bigorrilho, situado na região central; e outro no bairro Uberaba, na região leste da cidade. As intervenções da gestão pública em locais onde inundações aconteceram nos últimos dez anos são o objeto dos estudos de caso. No bairro do Bigorrilho, o objeto do estudo de caso é a obra de desvio da canalização do riacho Campina do Siqueira, conhecido como rio Caranguejinho; córrego da sub-bacia do rio Barigui. No bairro do Uberaba, o objeto de estudo de caso é a obra de um dique para contenção de cheias na área chamada Vila Audi-União, onde atualmente acontece a urbanização da região e onde ocupações irregulares, estão sendo regularizadas.

Os estudos de caso têm o objetivo de explorar: as micro-regiões urbanas (bairro/recorte urbano) em relação aos corpos de água ali existentes, as intervenções urbanas estruturais e de infraestrutura ocorridas em relação a esses recursos hídricos, o impacto e as consequências dessas intervenções e o planejamento público existente em relação a essa área. Para tanto, o estudo de caso terá caráter exploratório.

3.6 TESTES DE VALIDADE

A validade interna procura selecionar os tipos específicos de mudanças que devem ser estudadas, em relação aos objetivos originais do estudo (YIN, 2001). Podem ser ameaças à validade interna, coisas que mudaram no ambiente que não sejam as que fazem parte direta do inquérito (ROBSON, 2002).

A validade interna existe quando as conclusões apresentadas corresponderem verdadeiramente à realidade de fatos ocorridos, não sendo unicamente uma construção da maior ou menor fértil imaginação do pesquisador. Nos estudos de caso em questão, foram observadas as intervenções nas duas áreas selecionadas para que a análise do resultado fosse confiável. A exploração de eventos ocorridos leva em conta essas intervenções. Portanto, existe validade interna.

A validade externa acontece quando a pesquisa poderá servir de parâmetro e base para outras pesquisas. A pesquisa em questão poderá ser utilizada para ajudar na compreensão de alguns efeitos das intervenções entre Desenho Urbano e corpos hídricos no contexto do meio ambiente da cidade. Em se tratando de tipo de assentamento humano comum atualmente, poderá servir de parâmetro e base para outras pesquisas.

Quanto à validade do constructo, verificou-se neste estudo, que a coleta de dados e evidências permitiu a análise pretendida; existe relação lógica entre evidências e fenômeno estudado. Segundo Yin (2001), para haver validade do constructo é necessário estabelecer medidas operacionais corretas para os conceitos que estão sendo estudados. As ações operacionais foram elaboradas a partir da pesquisa bibliográfica do assunto e do histórico da região estudada através de informações oficiais investigadas nos órgãos públicos gestores dessas regiões.

3.7 PROTOCOLO DE COLETA DE DADOS

Segundo Yin (2001), o protocolo é uma das táticas principais para se aumentar a confiabilidade da pesquisa de estudo de caso; e destina-se a orientar o pesquisador a conduzir o estudo de caso. Um protocolo completo deve apresentar quatro grandes

itens: visão geral da pesquisa, procedimento de campo, questões do estudo de caso e guia para o relatório final.

A consulta e consequente estudo de parte da bibliografia e de informações existentes referentes à ocupação urbana em regiões de bacias hidrográficas, com as consequências dessa relação, permitiram a obtenção da visão geral da pesquisa. Em relação à pesquisa científica foram selecionados alguns trabalhos relativos ao recurso água como também à ocupação urbana em regiões de bacias hidrográficas. A seleção de alguns exemplos referentes às tendências do uso antrópico dos recursos dos corpos hídricos e exemplos relativos à ocupação urbana durante os últimos anos, forneceram alguns aspectos do que é relevante do assunto. Exemplos da mudança de abordagem do Desenho Urbano aplicado em regiões urbanas situadas em áreas de várzea de rios, permitiram se observar soluções que podem ser mais sustentáveis

Através da legislação brasileira relativa aos limites de uso do solo nas margens dos corpos hídricos verifica-se a importância de parâmetros de uso urbano desses recursos naturais, como entre outras a legislação existente para uso do solo em APPs da qual as bacias hidrográficas fazem parte. Também para uma visão geral, foi estudado e elaborado um breve histórico da relação desenho urbano e corpos hídricos. A revisão bibliográfica e web-gráfica permitem a pesquisa de parte do material já desenvolvido referente ao assunto.

Levantamentos em órgãos públicos referentes à ocupação urbana nas regiões dos estudos de caso; levantamentos de campo relativos ao recorte urbano e micro-bacia em questão e pesquisa de campo com os atores envolvidos em eventos relativos formaram a pesquisa de campo. No procedimento de campo, foram registradas, através de entrevistas, os eventos de inundações ocorridos na micro-bacia hidrográfica em questão, sendo identificados como resultantes da ocupação urbana na área. Foram estudados os itens relevantes do Desenho Urbano (traçado, densidade, forma de ocupação) na área da região urbana em questão e a relação destes especificamente quanto aos corpos hídricos, também exploradas as intervenções da Engenharia em obras que possibilitaram melhor sustentabilidade na relação Desenho Urbano/ corpos hídricos a serem apresentados nos estudos de caso.

Nas questões de estudos de caso, é importante utilizar o maior número de fontes de evidências possível. As fontes de informações referentes aos estudos de caso foram

analisadas através de um processo de triangulação, sempre buscando convergir para o fato em estudo. Para esta triangulação foram pesquisados os registros oficiais, feitas entrevistas com os atores envolvidos nos eventos de inundações como também registros fotográficos das obras executadas.

No estudo do caso essas evidências são muito mais convincentes e precisas se baseadas nas fontes de informação, de forma corroborativa. Quando múltiplas fontes de evidência essencialmente provêm múltiplas medidas do mesmo fenômeno, a triangulação colabora para a qualidade e validade dos dados (YIN, 2001).

As informações da narrativa podem ser realçadas com tabelas, gráficos ou imagens (YIN, 2001). Foi feita seleção de imagens relativas ao assunto que foram disponibilizadas para reprodução como também a elaboração de tabelas para ilustração.

O guia deve ter a abordagem padrão dos estudos de caso, aplicado ao estudo em questão. Sua estrutura consiste no tema ou problema da pesquisa, uma revisão da literatura importante já existente, os métodos utilizados, as descobertas feitas a partir dos dados coletados e analisados e as conclusões e implicações feitas a partir das descobertas (YIN, 2001).

Segundo Yin (2001), a fase de composição do relatório exige o maior esforço de um pesquisador de estudo de caso e não segue nenhuma fórmula estereotipada. O pesquisador perspicaz começa a redigir o relatório do estudo antes do término da coleta e da análise de dados. Deixar para escrever o relatório somente no final pode trazer alguns dissabores, tal como o bloqueio de escritor.

Explorar a trajetória de urbanização da área de estudo consistiu na exploração de coleta de dados quando foi feita a pesquisa das condições das características do Desenho Urbano como o tipo de ocupação da região e o desenvolvimento desta ocupação. Também explorar as alterações efetuadas nas redes hidrográficas das micro-bacias onde se localizam as áreas de estudo, por meio de pesquisa histórica da região em órgãos detentores dos registros dessas informações e órgãos públicos, onde foram feitas entrevistas com profissionais que conhecem a história dessas intervenções, coletados registros gráficos, fotográficos e textuais.

3.8 MÉTODO DE ANÁLISE DE DADOS

O objetivo da pesquisa foi explorar o Desenho Urbano de parte de duas micro-regiões (bairro/ recorte urbano) em relação aos corpos de água ali existentes: as intervenções de caráter urbanístico estrutural, obedecendo ou não a legislação existente; e as ações de infra-estrutura, obras de Engenharia, ocorridas em relação a esses recursos hídricos. Estudou-se o impacto e as consequências dessas intervenções, quanto às condições dos corpos hídricos e ocupação urbana com relação a inundações e o planejamento público existente em projetos para essas áreas.

Compondo o guia para relatório final e para uma visão prática dos dados qualitativos e quantitativos levantados, foi escolhido um método de análise que resulta em um parâmetro de hierarquia composta pelo conjunto dos dados. O método escolhido se denomina Método de Análise Hierárquica e o resultado permite a visualização clara dos dados na escolha a que se propôs. Nos casos em estudo, fica inviável realizar um experimento prévio já que as intervenções de Engenharia são planejadas previamente, mas são executadas em escala real e seu resultado é testado conforme o uso contínuo pelos atores envolvidos. Recorreu-se aos estudos de caso, pois o objetivo foi explorar um determinado evento específico da amostra existente no universo estudado; dois únicos casos foram estudados com profundidade para alcançar uma maior compreensão sobre outros casos similares. Nesta pesquisa, foram realizados estudos de caso de campo nas regiões das micro-bacia, com abrangência definida pelo Desenho Urbano da área em questão relacionada à presença de corpo hídrico que causava inundação e onde a gestão pública interferiu para minimizar ou resolver o problema. A escolha de um método de análise, foi determinante para realizar um estudo de correlação para explorar a forma como as variáveis estão relacionadas entre os dois casos.

3.9 MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA

O método da Análise Hierárquica ou AHP – *Analytical Hierarchy Process* – ou Método de Saaty é um método baseado em álgebra linear que, por tanto, utiliza a exatidão e a transparência da matemática. Segundo Saaty (2008), números são abstrações usadas para contar, medir e nomear coisas. Pode-se considerar duas as

abordagens numéricas fundamentais da matemática, a métrica e a ordem. Essas duas abordagens são usadas para atribuir com a métrica a quantificação e com a ordem a medida de predominância de determinado elemento. No mundo real, onde existe grande variedade de critérios e perspectivas para se tomar uma decisão não é possível se restringir apenas as duas abordagens básicas da matemática, sendo necessário levar em conta outras variáveis. O método da Análise Hierárquica com por meio de sequencia de relações entre diversos fatores relativiza os mesmos de modo que influenciem de forma organizada numa tomada de decisão.

A Análise Hierárquica é uma técnica de escolha usada para fins diversos, baseada também em valores de critérios além de cálculos matemáticos, constituindo-se assim em uma importante ferramenta de auxílio à decisão, possibilitando o reconhecimento da subjetividade inerente aos processos decisórios. No AHP os resultados são apresentados sob a forma de prioridades, isso permite que se possa avaliar o quanto uma alternativa é superior à outra, formando hierarquias onde existem diversos critérios de decisão e conforme visão total do problema. Sendo assim o método pode ajudar, dentre outras, na análise de desempenho de dois ou mais programas ou projetos. Em relação a intervenções urbanas relacionadas, por exemplo, a micro regiões e seus corpos hídricos, o método pode ser utilizado como avaliador de desempenho, de forma abrangente e ao mesmo tempo com critérios específicos. O método de Análise Hierárquica trabalha com parâmetros como julgamento de valores, objetivo, priorização de elementos do problema com critérios de decisão para obter os resultados. O objetivo da análise deve ser claro, pois disso depende a qualidade dos resultados que está relacionada à qualidade do modelo e das avaliações (COSTA, 2002).

Utilizar o método de Análise Hierárquica, neste trabalho, com base em determinados critérios, possibilita a discussão dos estudos de caso referente à pesquisa. Os casos em estudo foram realizados e estão expostos no próximo capítulo.

4 ESTUDOS DE CASO

Os dois estudos de caso escolhidos são:

- a) Nova canalização de trecho do rio ‘Caranguejinho’ (nome existente nos tapumes da obra) ou Córrego Campina do Siqueira (nome oficial na PMC), obra que foi realizada no bairro do Bigorrilho, próximo a região central de Curitiba.
- b) Construção de dique em um trecho de uma das margens do rio Iguaçu na região da ocupação denominada Vila Audi-União, localizada no bairro do Uberaba, em Curitiba, entre a rodovia BR 277 e a Avenida das Torres, contornada pelo rio Iguaçu.

O engenheiro Colin (2012), da SMOP/ PMC em entrevista à autora em 16/10/2012, orientou e explicou sobre a técnica da obra do rio ‘Caranguejinho’, como também sobre a importância das obras na Vila Audi-União e o material referente a este projeto existente na COHAB.

4.1 RIO CARANGUEJINHO E AS INUNDAÇÕES

Figura 31 - Antiga canalização do rio Caranguejinho/ Bigorrilho / Curitiba



Fonte GAZETA DO POVO, 2011

A primeira canalização do rio 'Caranguejinho' (Fig.32) data de 1950 segundo informações da Sra. Cecília Maria Agner, em entrevista no dia 15 de março de 2013. Nascida no Bairro do Bigorrilho e moradora do mesmo até os dias de hoje, onde já sofreu três graves inundações em sua residência devido à cheia do rio causada por fortes chuvas na micro região da bacia.

O rio Caranguejinho está em um fundo de vale, localizado na bacia do rio Barigui do qual é afluente, em área de grande densidade de ocupação urbana. No trecho da obra de substituição da tubulação de sua canalização existem edificações verticais separadas por zoneamentos denominados Setor Estrutural e Setor Estrutural com o Plano Massa (cap. 2.11). No curso da antiga canalização, muito profunda, e devido à deterioração da mesma que passava sob algumas edificações, havia possibilidade de ocorrer infiltrações que seriam prejudiciais às estruturas das mesmas. A antiga tubulação de canalização após o aumento da população na região e consequente impermeabilização do solo, apresentou sinais de dimensionamento deficiente, causando alagamentos com posteriores aparecimentos de erosões e recalques no passeio e na via pública. O problema ficou grave com o avanço acentuado do recalque, que começou a por em risco tubulações de gás, água, luz e telefone existentes no subsolo.

Figura 32 - Projeto de alteração do curso do rio Caranguejinho fixado em um dos tapumes da obra



Fonte: a autora, dez. 2011

Segundo o Sr. Paulo Bueno Netto (2013), houve solicitações da associação de bairro junto ao Ministério Público para execução da obra pela PMC, devido ao risco eminente. O método de construção do novo curso do rio com nova tubulação de canalização foi divulgada pela mídia e PMC, como método ‘não-destrutível’.

Entre os anos de 2011 e 2012, o curso do rio foi mais uma vez modificado, neste trecho da rua Padre Anchieta entra as ruas Desembargador Otávio do Amaral e Bruno Filgueira e depois da execução da obra, ficou localizado embaixo de ruas do local e não mais embaixo de edifícios como se pode observar na figura 33.

A Prefeitura Municipal de Curitiba anunciou obras de drenagem na região do bairro Bigorilho, região nobre da capital paranaense. Uma rede de 354 metros de galerias fluviais vai desviar o leito do Rio Caranguejinho, que passa por baixo de ruas importantes, como a Padre Anchieta. Segundo a prefeitura, a iniciativa vai diminuir bastante o risco de alagamentos na área. Orçado em R\$ 2,1 milhões, a obra usa tecnologias, japonesa e australiana, com sistema de controle de cheias subterrâneo, no qual as próprias galerias pluviais se transformam em “piscinões” para a contenção da água, tudo debaixo da terra. A cada segmento de 50 metros serão construídas placas de retenção, com saídas na partes superiores e inferiores, que vão regular a vazão da água, evitando cheias. De acordo com a prefeitura, não haverá impacto nas construções da região, já que as técnicas usadas na construção das tubulações e nas escavações lembram os métodos usados nas obras de metrô. O trânsito também não será interrompido. Atualmente, o Rio Caranguejinho cruza terrenos nas ruas Desembargador Otávio do Amaral, Padre Anchieta e Bruno Filgueira. As novas galerias, por sua vez, terão 8 metros de profundidade e tubulações de 2,4 metros de diâmetro (GAZETA DO POVO, 2011).

Figura 33 - Duto da obra para acesso ao nível de abertura do subsolo



Fonte: a autora, dez. 2011

O Rio Caranguejinho é um dos vários rios de Curitiba que foram “enterrados” – parcial ou totalmente – ao longo das últimas décadas, especialmente em regiões nobres da cidade, como o Rio Ivo, na região central, ou o Rio Juvevê, no bairro de mesmo nome (GAZETA DO POVO, 2011).

Em entrevista realizada pela autora em 13/11/2012, a Técnica em Obras e Projetos Priscila de Paula Souza da SMOP/PMC, foi obtida a informação de que o valor da obra atualmente é de R\$ 2.500.000,00. A população que habita a região da vizinhança da obra é de aproximadamente 6.000 pessoas.

Figura 34 - Duto horizontal com terra ao fundo no processo de abertura do subsolo



Fonte: a autora, dez. 2011

A execução da obra pelo método denominado ‘não-destrutível’ consistiu em escavações basicamente manuais, onde a terra foi sendo retirada por funcionários, parte por parte, abrindo assim o vão necessário para a colocação dos anéis que gradativamente formaram os dutos. A PMC colocou proteções em madeira e tapumes (Figs. 35, 37 e 38), fechando os acessos a esses buracos que foram sendo cavados, que depois se tornaram dutos verticais e horizontais na sequência da execução da obra, com a colocação de anéis metálicos, encaixados e aparafusados (Figs. 33, 34 e 36).

Figura 35 - Tapume de proteção às escavações da obra



Fonte: a autora, dez. 2011

Figura 36 - Vista do duto com destaque dos anéis formadores



Fonte: a autora, dez. 2011

O rio ‘Caranguejinho’ está localizado na bacia do rio Barigui em área de grande densidade de ocupação urbana. Os trechos onde foi realizada a obra de substituição da sua canalização contem edificações verticais separadas por zoneamentos denominados Zona Estrutural e Zona Estrutural com o Plano Massa. O seu curso, canalizado já há mais de 50 anos e com a tubulação deteriorada pelo tempo, passava sob algumas dessas edificações causando infiltrações prejudiciais às estruturas das edificações. .

A obra chamada de método ‘não-destrutível’, foi realizada sem destruir quase nada da parte pavimentada e calçada já existente nas ruas do trecho aonde aconteceu. Também foi executada sem muito transtorno à vizinhança e ao trânsito de veículos que é intenso na região. O Desenho Urbano não foi alterado.

Figura 37 - Rua Padre Anchieta, local da obra da nova canalização do rio Caranguejinho



Fonte: a autora, dez. 2011


Figura 38 - Rua Padre Anchieta, canaleta de circulação do ônibus biarticulado e tapumes na calçada




Fonte: a autora, dez. 2011

Segundo informações da Sra. Cecília Maria Agner (2013), as piores inundações que ocorreram no local foram em 06 de julho de 2003 (Figs. 39 e 40), 09 de setembro de 2009 e 22 de novembro de 2009, quando nessas ocasiões sofreu danos materiais em sua residência. A Sra. Cecília Maria é proprietária de imóvel que se localiza em uma das esquinas do cruzamento das ruas Padre Anchieta com Francisco Rocha e reside neste endereço desde 1941, ano de seu nascimento, cresceu no bairro e acompanhou as alterações do processo de urbanização. Seu pai adquiriu o terreno em 1935 e construiu a casa que existe até hoje já com várias alterações. Naquela época, havia somente outra casa na região, a qual ficava afastada cerca de 400m, em uma chácara da época, onde hoje se localiza uma das esquinas do cruzamento das ruas Padre Agostinho e Gal. Aristides Ataíde Jr.. O primeiro comércio foi instalado em 1950, em uma farmácia localizada onde hoje está uma das esquinas do cruzamento das ruas Padre Anchieta e Capitão de Souza Franco. A região não possuía ruas pavimentadas nem mesmo calçadas.


Figura 39 - Ocorrência do Corpo de Bombeiros na ocasião da inundação imóvel de Cecilia M. Agner



GOVERNO DO
PARANÁ



POLÍCIA MILITAR DO PARANÁ
CORPO DE BOMBEIROS
1º GRUPAMENTO DE BOMBEIROS - CURITIBA




CERTIDÃO DE OCORRÊNCIA

Nº 515/2003.
Requerente: CECÍLIA MARIA AGNER. _____
Natureza do Sinistro: Alagamento em comércio. _____
Ocorrido em data: 06 de Julho de 2003 às 18:27 horas. _____
Local: Rua Francisco Rocha nº 1725, bairro Bigorrilho, nesta Capital. _____
Veículo(s) envolvido(s): Não há. _____
Razão Social: HAAG & AGNER Ltda (Hora do Lanche). _____
Vítima(s): Não há. _____
Pronto Socorro encaminhado: Não houve. _____
Socorro prestado pelo(s) posto(s): Central. _____
Viatura(s) empregada(s): ABT-3496 com respectiva guarnição. _____
Observações: Não há. _____
GR. Nº: 11000000143. _____

Nestes termos firmamos a presente.

Quartel em Curitiba, PR. 18 de Julho de 2003.



MICHEL CADENAS PRADO, 2º Ten QOBM
Chefe da 2ª Seção EM/1º GB

1º GRUPAMENTO DE BOMBEIROS
Av. Wenceslau Braz, 69 – Portão – CEP 81.030-030 - Curitiba/PR
Tel: (041) 247-2224, - Fax: (041) 247-2414 – Comando (041) 346-5386
E-Mail: pmccb1gb@pr.gov.br
“POR UMA VIDA TODO SACRIFÍCIO É DEVER”

Fonte: Cecilia Maria Agner , 2013

Figura 40 - Registro fotográfico da inundação na residência de Cecília M. Agner em 2003



Fonte: Cecília Maria Agner, 2013

Em 1960, começou a circular a linha de ônibus ‘Bigorrilho’ pela rua Francisco Rocha e foi feito um aterro com 7m de altura para minimizar o declive do fundo de vale no cruzamento desta rua com a rua Padre Anchieta. Por esse motivo, a canalização antiga do rio ‘Caranguejinho’ ficou tão profunda. A Sra. Cecilia também informou que existiam além do rio ‘Caranguejinho’, mais três pequenos rios na região que foram também canalizados e que a PMC ainda precisa fazer ligações de escoamento da rua na nova tubulação do rio ‘Caranguejinho’.

O mapeamento dos rios existentes no bairro do Bigorrilho ainda não consta no IPPUC, onde se encontra o mapeamento das bacias hidrográficas do Município. Segundo informação da jornalista Teresa Castro, diretora do Departamento de Geoprocessamento do IPPUC, o levantamento para esse mapeamento começou neste ano de 2013. A autora entrevistou a diretora no dia 09/05/2013, quando esta informou que obras, como a do rio ‘Caranguejinho’(Fig.41), são uma das razões para o mapeamento desses ‘pequenos’ corpos hídricos pois, muitas vezes não têm nome e nem são reconhecidos como rios.

O levantamento técnico de todos os rios e outros corpos hídricos de uma bacia hidrográfica permite o mapeamento correto da mesma, o que possibilita a gestão consciente desses elementos. No caso do rio ‘Caranguejinho’, que atualmente não aparece em nenhum mapa da bacia a qual pertence, teve a obra já executada, gerenciada pela PMC, não sendo registrado nenhum evento de inundação no local após a conclusão da mesma até a presente data.

Figura 41 - Placa com o valor da obra divulgado



Fonte: a autora, dez. 2011

4.2 VILA AUDI-UNIÃO, DESENHO URBANO SENDO IMPLANTADO

A Vila Audi-União localizada à margem direita do rio Iguaçu no bairro Uberaba, na cidade de Curitiba, foi uma ocupação irregular, em área sujeita a inundações (Fig. 42), com problemas de infraestrutura urbana, atualmente em fase de regularização e urbanização. As Vilas Audi e União fazem parte do chamado Bolsão Audi-União, onde estão situadas ocupações (vilas) residenciais, das quais somente uma não está regularizada, em região de antigas cavas de extração de areia, em área de três milhões de metros quadrados e cujos limites são definidos pelo rio Iguaçu, via férrea, BR-277 e Avenida das Torres, (COHAB, 2011).

Figura 42 - Vila Audi União, bairro Uberaba em Curitiba/ PR



Fonte COHAB foto Cesar Brustolin em 02/07/2001

A região está no leito maior (subcapítulo 2.3.2) do rio Iguaçu (Fig.43), portanto sujeita inundações periódicas e chegou a ficar totalmente inundada em 1995 quando ocorreu grande enchente em Curitiba. Entretanto, nesta época, a área ainda não havia sido ocupada pela população.

O sistema fluvial Iguaçu apresenta-se na atualidade como um binário em sua parte de montante. O fator controle de cheias provocou a retificação do curso do rio Iguaçu, eliminando sua característica meandrante e conferindo-lhe um traçado retilíneo de 30 m de largura média e cerca de 29 km, entre a PR-415 e a BR-116 e a abertura do canal paralelo (1995 a 2000), que inicia no rio Irai, a jusante do rio Piraquara e PR 415, se desenvolve paralelo à margem esquerda do rio Iguaçu até além do Contorno Leste, às proximidades da foz do rio Miringuava, numa extensão de 20,0 km (19.896,00 m). Desde ponto em diante a calha do rio Iguaçu foi ampliada e retificada, até a travessia sob a BR-116, numa extensão de mais 9 km (9.060 m), (YAMAMOTO,C.R.G., 2011).

Figura 43 - Rio Iguaçu x Bolsão Audi União ocupação irregular em área sujeita a inundações



Fonte COHAB - Foto: Alexandre Mazzo 25/06/2001

A ocupação habitacional na região começou em outubro de 1998, se desenvolvendo rapidamente com aglomerados de construções precárias que

compunham, até a poucos anos, uma das maiores concentrações de população em área irregular da cidade. Na época, as famílias que ali se instalaram possuíam renda baixa. A maioria não passava de dois salários mínimos e a maior parte dos responsáveis pela renda familiar encontrava ocupação apenas no mercado informal, com grande número desses sendo coletores de material reciclável como se pode observar na Figura 44, (COHAB, 2011).

Figura 44 - Bolsão Audi União / área com habitações e depósito de material reciclável



Fonte COHAB Foto: Cesar Brustolin em 02/07/2001

Normalmente, a água e a luz usadas pelos moradores na época da ocupação eram clandestinas podendo se observar isso na Figura 45. Os ‘gatos’, como são popularmente chamadas as ligações clandestinas, ocorrem quando pessoas que não são clientes da concessionária responsável pelo fornecimento de energia elétrica na região, se conectam voluntariamente à rede de distribuição para furtar energia, sendo muitas vezes feitas por moradores inabilitados o que coloca em risco a pessoa no momento da instalação por choque elétrico e o restante da população por risco de curtos nas instalações precárias que podem ser causadoras de incêndios.

Além do risco de segurança, as ligações clandestinas geram prejuízos de natureza técnica e econômica, para atender certa região, a rede de distribuição elétrica é construída com o nível de carga alinhado ao consumo informado pelos clientes. Então, a instalação irregular prejudica a qualidade da energia fornecida, pois excedem os níveis pré-determinados de carga, deterioram o nível de tensão da vizinhança, provocam desligamentos e sobrecarga na rede elétrica (ELETROPAULO, 2012, p 1).

Figura 45 - Bolsão Audi União / Ligações clandestinas de luz



Fonte COHAB Foto: Alexandre Mazzo 25/06/2001

Outra ação irregular que ainda ocorre, são as ligações clandestinas de abastecimento de água e o despejo de esgotos domésticos no rio, sendo este, conforme visto nos subcapítulos 2.3.1 e 2.7.4, uma das maiores causas de poluição dos corpos hídricos, neste caso o rio Iguaçu. Atualmente, outro agente poluidor pode ser observado no canal extravasor de drenagem, que existe desde 2002 na região próxima à BR 277 e que fica transversal a ela, quando um material parecido com lama compõe o fundo da valeta paralela a BR277 e também o fundo canal extravasor. Segundo informação do Sr. Altair Góis, líder comunitário, esse material é chorume, vindo junto com a água que é descartada pela ETA do Uberaba, saindo desta estação essa água que vem com resíduos segue pela valeta que fica paralela à rodovia e segue pelo canal extravasor. Esse material é removido periodicamente para não assorear o canal extravasor (Figs.46 e 47).

Figura 46 - Valeta paralela a BR 277 onde é descartada água com resíduos



Fonte: a autora, 2013

Figura 47 - Canal extravasor de drenagem ligado à valeta também com águas residuais



Fonte: a autora, 2013

O Sr. Altair Góis, morador da Vila União desde 1998, líder comunitário, presidente da associação de moradores desta comunidade, em entrevista realizada em maio de 2013, informa que atualmente a situação está muito diferente, pois já foram implantadas melhoria em todas as ocupações. Lembra que a área onde se localiza a Vila União era propriedade particular, em 2004. Após passar por um Interdito Proibitório da Justiça contra a ocupação, houve negociação

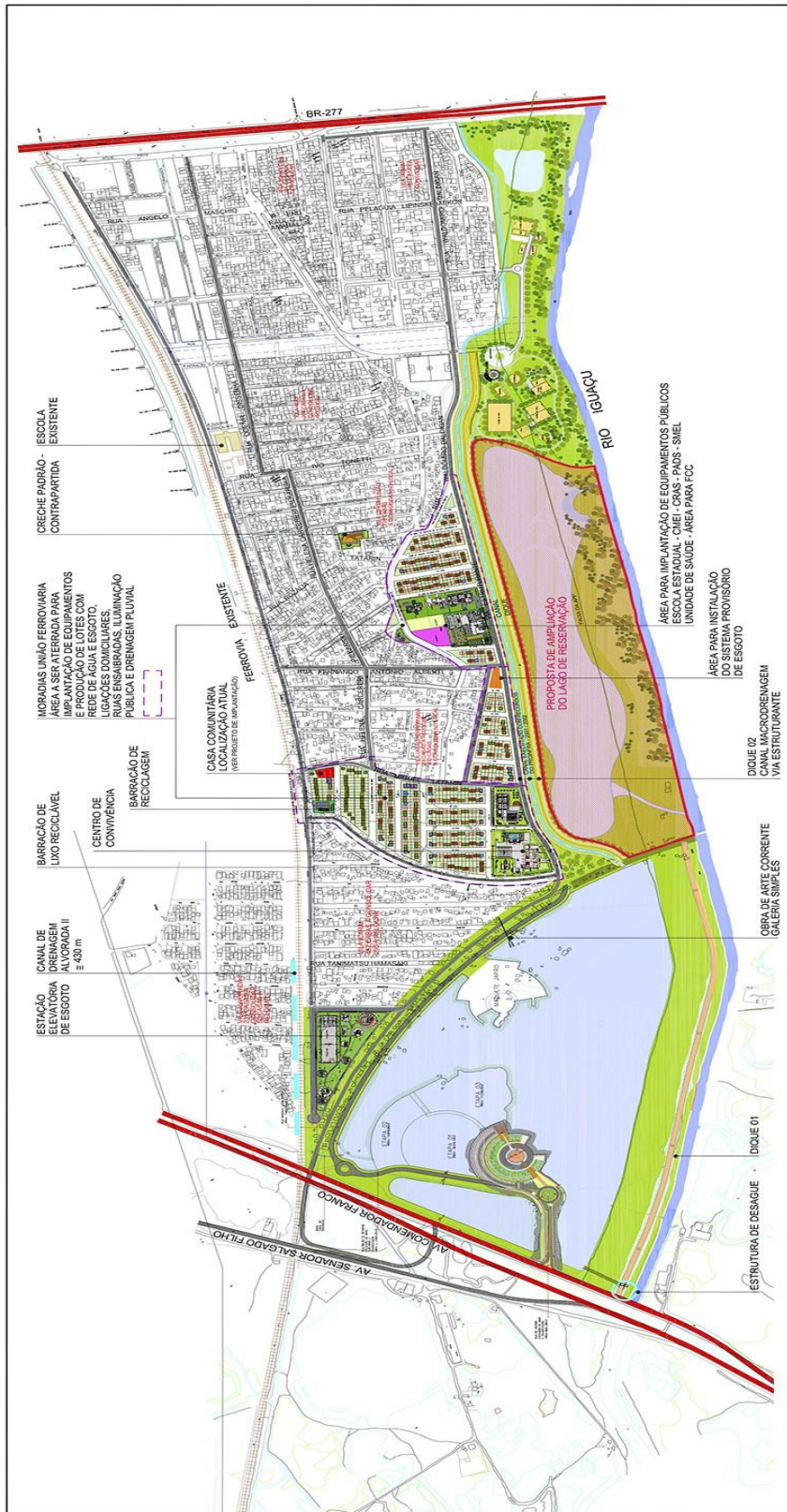
com os proprietários (oito no total) e os moradores do local (Vila União), cerca de 1100 famílias distribuídas em 798 lotes, passaram a pagar a área parceladamente, o que acontece até os dias de hoje, sendo que a inadimplência nesses pagamentos é muito pequena, variando entre 1% e 2% do total de pagantes. Quanto à Vila Audi, houve regularização através da Cohab, que fez adequação pela Lei de Regularização Fundiária, ou seja houve loteamento da área e os moradores do local - cerca de 400 famílias distribuídas em 400 lotes - adquiriram seus terrenos através de financiamento. O mesmo aconteceu com a Vila União Ferroviária, Vila Jardim União, Vila Reno, Planta Euvaristo e Solitude 2. A Vila Yasmin teve parte dos moradores relocados em 2003 e os que permaneceram também tiveram os terrenos regularizados. Nas ocupações denominadas pela Cohab de Moradias Iraí e Moradias União Ferroviária, houve implantação em loteamento que se submeteu à Lei de Diretrizes do Município de Curitiba. A única ocupação que ainda permanece irregular é a chamada Icaraí. A partir de 2006, praticamente toda a área entrou em processo de urbanização, hoje 90% das ruas estão pavimentadas.

O engenheiro Mauro Cesar Kugler, gerente do departamento de projetos da COHAB informou durante entrevista realizada em 14/03/2013 que a opção de manter as famílias nas áreas de ocupação se deve a questão econômica. Disse que o custo por família para retirar e recolocar em outra região atualmente é de cerca de R\$ 50.000,00. Esse investimento seria inadequado e extremamente oneroso, além de criar uma difícil questão social, pois a grande maioria dos moradores das ocupações, já estava vinculada à região, quanto às atividades exercidas para sobrevivência dentre outras.

O projeto de revitalização e urbanização da região é abrangente (Fig. 48) e engloba várias ações na área do Bolsão Audi-União que possui área de 920.000,00 m², onde se encontram 2.887 domicílios, com uma população estimada em 11.403 habitantes e densidade domiciliar de 3,95 habitantes por domicílio. A ocupação desordenada e alheia aos parâmetros municipais estabelecidos pela legislação, incluindo áreas de preservação permanente e faixas de domínio, com topografia plana, atualmente ainda é sujeita a inundações periódicas e seria a princípio pouco recomendável ao uso habitacional. O conjunto de obras, diques 1 e 2, canal de drenagem, aterro de área alagada além obras de infraestrutura no valor de R\$ 2.846.203,26 foram algumas das obras executadas até o mês de março de 2012 (COHAB, 2011). A arquiteta Vivian Troib (2012), da COHAB, informou em 30/11/2012 que os diques 1 e 2 beneficiam uma população de aproximadamente 10.000 pessoas e os dois diques custaram R\$ 886.077,18 e tendo uma extensão total de 2640m.

Figura 48 - Projeto Urbanização Bolsão Audi União

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



BOLSÃO AUDI UNIÃO

RESUMO DAS INTERVENÇÕES - PROJETO FINAL

ESCALA-1:5.000 - NOVEMBRO / 2010
FONTE: COHAB-GT / CPE / GEAF / LUIZ ROGERIO
ATUALIZADO EM DEZEMBRO / 2012

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

Figura 49 - Vila Audi União / Canal extravasor de drenagem com dique à direita



Fonte: a autora, 2013

Com a realização dessas obras cumpriu-se mais uma das etapas da urbanização prevista (Fig. 49), criando um ambiente que se pode dizer possui Desenho Urbano (capítulo 2.4). Continuando com o estudo de caso, seguem informações da arquiteta Vivian Troib (2012), da COHAB e ilustram o planejamento gestor existente na época do início das intervenções de Engenharia na região.

De acordo com o projeto, as obras que serão executadas no bolsão incluem um sistema de contenção de cheias, com um dique para represamento das águas e isolamento da área que margeia o rio, que será preservada para evitar uma nova ocupação indevida. Numa das pontas do bolsão, será instalado um sistema de bombeamento para controlar o volume de água na área que ficará entre o rio e o dique (COHAB, 2006).

O engenheiro Mauro Cesar Kugler (2013), gerente do departamento de projetos da COHAB informou durante entrevista realizada em 14/03/2013, que foram feitas obras de apropriação hidrológica no rio Iguaçu, com um projeto de macrodrenagem na onda de cheia do rio e controle de 340.000 litros de água pelo sistema de moto-bomba para segurança em caso do rio escapar de seu leito normal devido a cheia.

As grandes cheias do rio Iguaçu nos últimos 30 anos aconteceram em 1983, 1995 e 1996. Após isso houve cheias menores, mas que também causaram inundações em algumas das áreas ocupadas no Bolsão Audi-União (Fig. 50).

Figura 50 - Bolsão Audi União antes do projeto de urbanização



Fonte: COHAB Foto: Cesar Brustolin em 02/07/2001

Para contenção de cheias e para evitar novas ocupações em área extremamente sujeita a inundações foi criado um parque denominado Parque da Imigração Japonesa com área de 500.000 metros quadrados, conforme projeto virtual da Figura 51. Na área de preservação permanente antes viviam cerca de 800 famílias que foram relocadas.

Figura 51 - Projeto do Parque da Imigração Japonesa



Fonte COHAB, 2011

A matéria jornalística da Gazeta do Povo de 02/03/2012 demonstra como a urbanização e a instalação de um parque vai alterar a paisagem e a infraestrutura da Vila Audi União (Fig. 52).

Figura 52 - Matéria do jornal Gazeta do Povo

Bolsão Audi/União terá Parque da Imigração Japonesa



A prefeitura de Curitiba anunciou que o Parque da Imigração Japonesa será criado no Bolsão Audi/União, às margens do Rio Iguaçu. O parque será uma das principais atrações um centro de eventos localizado em uma ilha, no meio de dois grandes lagos e contará com investimentos de mais de R\$3,6 milhões. Com uma estrutura redonda de metal e vidro similar à estufa do Jardim Botânico, o centro de eventos do parque vai sediar exposições e também servirá como sede administrativa do novo parque. Já os lagos vão servir para contenção de cheias. Segundo a prefeitura de Curitiba, o parque será um cartão de visitas para quem chega a Curitiba pelo Aeroporto Afonso Pena. No entorno dos lagos, contornando os 385 mil metros quadrados do parque, está sendo construída uma pista de caminhada. A população poderá desfrutar ainda de outros equipamentos de esporte e lazer como quadras esportivas.

Fonte: Gazeta do Povo, 2012

Outra edificação que já está construída e em funcionamento é o Centro da Juventude, onde 120 crianças e jovem foram selecionados entre mais de 1200 para fazerem treinamento dos esportes de remo e basquetebol no programa Geração Campeã (Figs 53 e 54). A edificação fica ao lado de uma creche com capacidade para 250 crianças. Chamada de CMEI (Centro Municipal de Educação Infantil), a creche é uma das unidades dentre outras que estão previstas para o Bolsão Audi-União, recebendo

crianças de três meses a cinco anos de idade e funcionando em período integral de segunda a sexta feira.

Figura 53 - Ginásio do Centro da Juventude Audi União



Fonte: a autora, 2013

Figura 54 - Placa com divulgação do programa Geração Campeã



Fonte: a autora, 2013

Outras obras também estão em andamento, fazendo parte da urbanização da Vila Audi-União, como placas com indicação de ruas, calçamento e infraestrutura de saneamento, dentre outras (Figs 55 a 58).

Figura 55 - Rua Adam Kazimierz Masilatk



Fonte: a autora, 2013

Figura 56 - Detalhe de poste com placa de identificação de rua



Fonte: a autora, 2013

Figura 57 - Vila Audi União antes da urbanização



Fonte COHAB foto Cesar Brustolin em 02/07/2001

Figura 58 - Vila Audi União depois da urbanização/ Rua Adam Kazimierz Masilatk com a Rua Claudio Paulo da Cruz Pilato



Fonte: a autora, 2013

A região, que era formada por cavas de extração de areia, ainda mantém essa atividade em área que será revitalizada, existindo um acordo de permuta com o Município para permissão da retirada em troca da regularização da topografia, ou seja, da planificação do terreno (Fig. 59).

Figura 59 - Extração de areia as margens do rio Iguaçu na região do Bolsão Audi União



Fonte: a autora, 2013

Ainda existem muitas questões ambientais para serem resolvidas, mas as mudanças são visíveis na região do Bolsão Audi-União: o reassentamento de parte dos moradores da margem do rio Iguaçu; a urbanização das áreas passíveis de serem habitadas; e o sistema de contenção de cheias, visando melhorar a infraestrutura da área e resolver um de seus mais críticos problemas que eram as inundações frequentes. A criação do sistema de contenção de cheias inclui dois diques e um canal que acompanha o rio Iguaçu. Os diques têm 12 m de largura, 1,5 m de altura e 2,5 km de extensão total (de uma ponta a outra do bolsão). O canal extravasor de drenagem tem a função de melhorar o escoamento da água das chuvas, sendo coletor e evitando uma sobrecarga para o rio Iguaçu em dias de chuva intensa na região. O aterramento de área entre o rio

Iguaçu e os dique criam uma topografia mais elevada e com isso proteção às Vilas Audi e União e demais do Bolsão Audi-União (Figs 60 a 63).

Figura 60 - Bolsão Audi União/ Curitiba, com o rio Iguaçu a esquerda- área fotografada em 17/06/2007



Fonte : Cohab, 2007

Figura 61 - Bolsão Audi União/ Curitiba/ PR - área fotografada em 17/06/2007



Fonte : Cohab, 2007

Figura 62 - Bolsão Audi União/área em processo de urbanização/ de frente Sr. Altair Góis, líder comunitário



Fonte: a autora, 2013

Figura 63 - Bolsão Audi União/área sem urbanização/ exemplo da situação anterior geral



Fonte: a autora, 2013

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta fase da pesquisa faz-se necessário evidenciar os três vetores direcionadores da mesma:

1. Problema de pesquisa: Como acontece a relação corpo hídrico e espaço urbanizado/ Desenho Urbano, tanto em área urbana regular dotada de infraestrutura quanto em área urbana irregular sem infraestrutura com relação às inundações a que estão sujeitas?
2. Pressuposto: O Desenho Urbano pode possibilitar a melhoria do ambiente construído relacionado aos corpos hídricos, possibilitando a conservação destes para uso futuro de seus recursos e daqueles para minimizar prejuízos ambientais, humanos e materiais.
3. Objetivo: O presente trabalho tem por objetivo explorar uma relação entre Desenho Urbano e corpos hídricos que seja menos agressiva ao meio ambiente a partir de ações preventivas relativas à sustentabilidade que incluem controle de inundações.

Após recapitular os itens acima e para embasar a diretriz da pesquisa e o ‘olhar’ da pesquisadora que tendo a graduação em Arquitetura e Urbanismo tem experiência em planejamento e acompanhamento de execução de obras de Engenharia Civil e, portando, com esta vivencia direcionou seu trabalho para casos práticos e seus resultados.

Como discussão, com os dados levantados nos estudos de caso, buscou-se nesta uma forma de explorar qual a relação de sustentabilidade referente às ações tomadas como prevenção às inundações a que as regiões estavam sujeitas foi a mais eficaz. Na sequencia, houve a escolha de um método de análise de desempenho para se explorar a possibilidade de com isto escolher, usando determinados critérios, qual das intervenções do Desenho Urbano foi mais abrangente no sentido da gestão de situações de risco em inundações urbanas e qual deverá ser considerada a solução sustentável mais eficaz dentro dos parâmetros em estudo.

Conforme visto no subcapítulo 2.12, parâmetros de sustentabilidade devem passar por critérios ambientais, econômicos e sociais; e a construção de ambientes duráveis deve ser objetivo levando-se em conta que a indústria da construção civil é um

dos setores que mais agride o meio ambiente. Nos dois estudos de caso, houve obras que fizeram intervenções em trecho do rio, da micro- bacia hidrográfica e/ ou da área da micro-região urbana onde se encontram localizados como prevenção de inundações. Comparar essas intervenções quanto ao investimento financeiro, população envolvida no processo e condições dos corpos hídricos é seguir os critérios expostos anteriormente e balizar a pesquisa para a viabilidade real. A utilização de vários critérios de decisão faz parte do método que foi escolhido: usar critérios de avaliação enriquece a exploração que passa a ser mais abrangente do que uma simples aplicação de parâmetros rígidos, evidenciando a real preocupação com a sustentabilidade viável de ser exercida.

5.1 ANÁLISE HIERÁRQUICA APLICADA AOS CASOS

Foi aplicado o método de análise hierárquica (AHP) com o objetivo de escolher qual das duas intervenções urbanas estudadas como casos (ver capítulo 4) obteve o melhor desempenho em relação ao investimento financeiro e quantidade de habitantes do local, levando-se em consideração critérios complementares a esses dois.

Sendo uma ferramenta de auxílio à decisão que possibilita o reconhecimento de diversos critérios o AHP chega a resultados levando em conta prioridades, permitindo que se possa avaliar o quanto uma alternativa é superior à outra, formando hierarquias dos diversos critérios de decisão e conforme visão total do problema. Em relação aos casos estudados nessa dissertação, que são intervenções urbanas relacionadas à micro regiões e seus corpos hídricos, o método foi utilizado como avaliador de desempenho, de forma abrangente e ao mesmo tempo com critérios específicos. O objetivo é verificar através de elementos e critérios pré-definidos qual das duas obras exploradas nos dois estudos de caso obteve o melhor resultado, levando-se em conta, neste caso, critérios como: quantidade de habitantes, valor da intervenção urbana, reincidência de inundações, ambiente construído e ambiente natural, dentre outros.

Dados que serviram de base para os critérios:

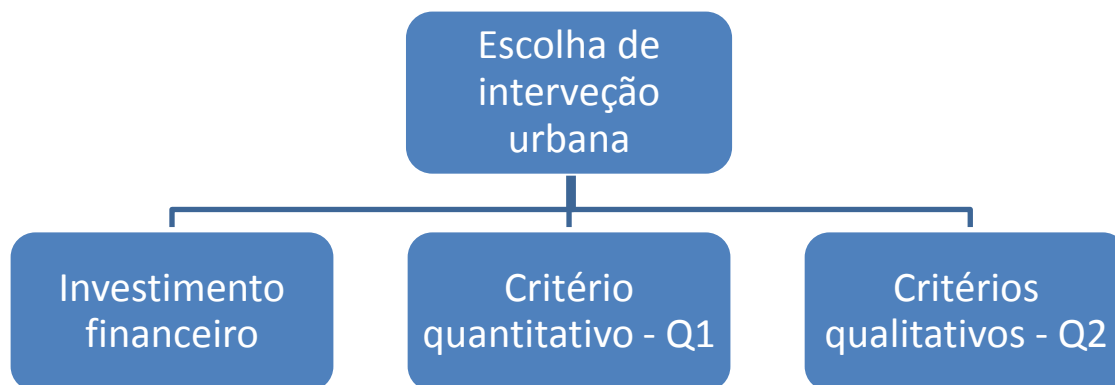
1. Para a análise hierárquica desenvolvida neste trabalho uma das obras selecionadas foi a obra da mudança dos dutos de canalização do rio Caranguejinho, no Bairro Bigorrilho. Orçada em R\$ 2,1 milhões ficou com o

valor da obra executada em R\$ 2,5 milhões e foi finalizada em 2012. A população habitante da região da vizinhança da obra é de 6.000 pessoas, com densidade domiciliar de 2,3 habitantes, sendo uma área de ocupação regular com alta densidade demográfica. O risco à população consiste em inundações, devidas a antiga canalização já deteriorada pelo tempo, em tubulações de infraestrutura urbana, inclusive gás canalizado. A maior parte da ocupação urbana da micro região é regular seguindo as leis municipais de zoneamento. Existe uma ocupação no recuo predial, estipulado em cinco metros no local, na esquina das ruas Francisco Rocha com a rua Padre Anchieta.

2. A segunda intervenção selecionada para a análise hierárquica desenvolvida neste trabalho foi o conjunto de obras, diques 1 e 2, canal de drenagem, aterro de área alagada além obras de infraestrutura, totalizando o valor de cerca R\$ 2,8 milhões; obras executadas até o mês de março de 2012. Estas obras na região na Vila Audi União que possui área de 920.000,00 m², às margens do rio Iguaçu onde se encontram 2.887 domicílios com uma população estimada em 11.403 habitantes e densidade domiciliar de 3,95 habitantes, tem o objetivo de acabar com as inundações na área. A ocupação desordenada da região e alheia aos parâmetros municipais estabelecidos pela legislação, incluindo áreas de preservação permanente e faixas de domínio possui topografia plana estando sujeita a inundações periódicas e por essa razão pouco recomendável ao uso habitacional. (COHAB, 2011).

O método de análise hierárquica trabalha com hierarquias como parâmetros de redução de complexidade. O esquema abaixo, na Fig. 64, ilustra os parâmetros utilizados na Análise Hierárquica aplicada aos casos estudados nesta dissertação com o objetivo de escolha de intervenção urbana. Sendo o objetivo geral verificar qual das duas intervenções urbanas, exploradas nos dois estudos de caso desta dissertação obteve melhor resultado, na sequencia, são agrupados os elementos pré-definidos que podem ser hierarquizados conforme a complexidade do problema em vários pesos. Os elementos deste problema são o investimento financeiro e os critérios, estes divididos em critérios quantitativo (Q1) e critérios qualitativos (Q2). Considerando-se como Q1, o número de habitantes e Q2, os critérios qualitativos, estes são: relação corpo hídrico e ocupação urbana; riscos à população; tipo de ocupação urbana, regular ou irregular.

Figura 64 – Esquema do objetivo da AHP e elementos considerados no cálculo.



Fonte: a autora, 2013

A princípio estipulou-se uma escala de importância com pesos que foram aplicados para se obter a importância relativa de cada elemento. A Tabela 1 demonstra os pesos relativos à importância.

Tabela 1: Pesos relativos à importância

Extraordinária	3
Grande	2
Média	1
Pequena	0

Fonte: a autora, 2013

Na Tabela 2 foram aplicados os pesos de importância em relação aos elementos entre si. Sendo os elementos: investimento financeiro e critérios Q1 (quantitativo) e Q2 (qualitativos), estipulou-se a relação entre eles conforme os pesos de importância e sendo a somatória a importância relativa. O investimento financeiro foi considerado de média importância, que é igual a 1 na tabela de pesos; o critério Q1 foi considerado de grande importância, que é igual a 2 na tabela de pesos e o Q2 sendo considerado de extraordinária importância, que é igual a 3 na tabela de pesos. Para determinar a importância relativa de cada um dos elementos acima, estes foram colocados na primeira coluna da tabela e depois foram relacionados entre si. Por

exemplo: Dividindo-se os pesos estipulados acima para investimento financeiro em relação ao critério Q2 fica a divisão do peso 1 dividido pelo peso 3 que é igual 0,333; repetindo o mesmo cálculo para cada elemento se obtém as relações entre eles, demonstradas na Tabela 2. Após, com a soma dos totais de cada elemento, investimento financeiro e critérios Q1 e Q2 em relação à soma do total dos elementos se obtém a importância relativa dos elementos conforme a última coluna da Tabela 2.

Tabela 2: Importância Relativa

Importância	Investimento Financeiro = 1	Critério Q1 = 2	Critério Q2 = 3	Total	Importância Relativa
Investimento Financeiro = 1	1/1 = 1	1/2 = 0,5	1/3 = 0,333	1,833	0,17
Critérios Q1 = 2	2/1 = 2	2/2 = 1	2/3 = 0,666	3,666	0,33
Critérios Q2 = 3	3/1 = 3	3/2 = 1,5	1	5,5	0,50
Total	6	3	1,999	10,999	1,00

Fonte: a autora, 2013

No elemento qualitativo, Q2, relação corpo hídrico e ocupação urbana, existem parâmetros importantes que foram divididos em três e chamados de subcritérios, como segue: C1 inundação à ocupação urbana pelo corpo hídrico, C2 riscos à população com a inundação, C3 tipo de ocupação urbana em relação ao corpo hídrico, regular ou irregular.

A seguir, com o objetivo quantificar esse elemento, Q2, para ser relacionado aos pesos encontrados na Tabela 2, foram usadas as informações obtidas nos estudos de caso e foram usados números relacionados às importâncias encontradas na Tabela 1 em relação aos critérios que compõe o elemento conforme segue:

Na obra do Bigorriho a possibilidade de inundação pelo corpo hídrico é média igual número um; os riscos à população são pequenos considerados iguais a zero e o tipo de ocupação urbana é em sua maioria regular considerada grande, ou seja, número dois.

Na obra da Vila Audi União a possibilidade de inundação pelo corpo hídrico é extraordinária igual ao número três; os riscos à população são extraordinários igual ao número três e o tipo de ocupação urbana é irregular por isso considerada igual a zero.

A Tabela 3 demonstra a soma desses pesos relativos à importância para os critérios qualitativos, com isso quantificando o critério Q2 para cada intervenção.

Tabela 3: Soma de pesos dos critérios Q2

Obra/ Critérios Q2	Bigorrilho	Vila Audi União
C1	1	3
C2	0	3
C3	2	0
Total	3	6

Fonte: a autora, 2013

Na Tabela 4, pode-se observar os elementos de decisão em relação às duas obras.

Tabela 4: Obras/ critérios de decisão

	Obra Bigorrilho / Rio Caranguejinho	Obra Vila Audi União / Rio Iguaçu
Investimento	2,5 milhões	2,8 milhões
Q1	6.000	10.000
Q2	3	6

Fonte: a autora, 2013

O investimento financeiro possui uma atratividade financeira que é definida pelo cálculo da unidade dividido pelo valor de cada investimento, sendo que o resultado é a base utilizada no cálculo da competitividade financeira, esta é definida pelo valor do produto da atratividade pelo valor do investimento.

Observando-se a Tabela 5, verificam-se os valores calculados para a competitividade financeira das obras em estudo. Consideram-se os valores da competitividade financeira para o cálculo desta análise hierárquica

Tabela 5 Competitividade financeira

Obra	Preço	Atratividade financeira 1/R\$	Competitividade financeira
Bigorilho	2,5 milhões	0,4	1
Vila Audi	2,8 milhões	0,35	0,98

Fonte: a autora, 2013

Na Tabela 6, pode-se observar o desempenho do critério Investimento considerando a competitividade financeira e dos critérios Q1 e Q2 relativos aos estudos de caso, no Bigorilho e na Vila Audi União. Estes critérios Q1 e Q2 são relacionados em cada intervenção considerando-se a unidade para o valor maior e calculando-se a relação do valor menor em relação ao valor maior. Por exemplo: o critério Q1 o valor maior é igual a 10.000 para este coloca-se o peso um e o menor é igual a 6.000, para este o peso é 0,6 que é obtido pela relação entre os dois através de uma regra de três simples. Repetido o mesmo para os elementos do critério Q2 se obtém a relação para este entre as duas obras.

Tabela 6: Relação elementos/ obras

	Obra Bigorilho	Obra Vila Audi	Bigorilho	Vila Audi
Competitividade financeira	1	0,98	1	0,98
Q1	6.000	10.000	0,6	1
Q2	3	6	0,5	1

Fonte: a autora, 2013

Na Tabela 7, pode-se observar a relação critérios/obras com a aplicação dos pesos dos elementos encontrados na Tabela 2 para cada intervenção urbana.

O produto da relação critério/obra pelo peso dos elementos encontrados na Tabela 2 para cada intervenção urbana resulta em um valor proporcional entre todos os elementos.

Tabela 7: Relação obras/ importância relativa dos elementos

	Bigorriho	Vila Audi	Pesos Tabela 2	Bigorriho	Vila Audi
Invest.	1	0,98	0,17	0,17	0,16
Q1	0,6	1	0,33	0,20	0,33
Q2	0,5	1	0,50	0,25	0,50
Total			1,00	0,62	0,99

Fonte: a autora, 2013

Conforme os resultados obtidos na somatória apresentada na Tabela 7 observam-se, através desta análise hierárquica, levando-se em conta os elementos e critérios estipulados para este exercício exploratório, que a intervenção urbana da Vila Audi União obteve o melhor resultado do que a intervenção urbana do Bigorriho.

5.2 RESPONDENDO AOS QUESTIONAMENTOS

Continuando a discussão e respondendo à pergunta feita anteriormente no problema de pesquisa, pode-se dizer que tanto a área urbana regular dotada de infraestrutura, quanto a área urbana irregular sem infraestrutura, estão sujeitas às inundações se não possuem a gestão correta relativa ao Desenho Urbano, aqui no sentido amplo, como visto no subcapítulo 2.4. O fato da microrregião urbana possuir infraestrutura pode ser um limitador para soluções mais sustentáveis, relativas a inundações, como por exemplo permitir que o rio volte a fazer parte integrante da

paisagem (fique a céu aberto) e colabore com o equilíbrio ambiental, pois o custo inviabilizaria o projeto, prevendo-se a mudança radical de estruturas implantadas. O caso do rio Caranguejinho é um exemplo, pois a recuperação do rio à paisagem se tornaria extremamente onerosa devido à implantação urbana da região, praticamente inviabilizando essa mudança. Conforme foi estudado no caso da intervenção urbana no bairro do Bigorriho na obra da nova canalização do rio Caranguejinho este encontra-se canalizado enterrado anteriormente a ocupação urbana maciça dos últimos anos, ocupação quase que totalmente regular, e seguindo os parâmetros das leis municipais de uso e ocupação do solo (fig. 65 e 66).

Figura 65 Rio Caranguejinho, tubulação enterrada na rua Pe Anchieta que aparece a direita



Fonte : a autora, 2011

Quanto às perguntas feitas no subcapítulo 3.1 relativo à estratégia de pesquisa, sabemos que, conforme foi visto no levantamento da bibliografia e como explorado nos estudos de caso, o Desenho Urbano pode interferir nos corpos de água, desde a mudança física de seus leitos até vir a ser um agente - ele, Desenho Urbano - totalmente causador da falência de seus recursos. Entretanto, pode-se tornar um agente

restaurador e enriquecedor desses elementos - córregos, rios e da própria bacia hidrográfica - como foi visto no caso da Vila Audi União, onde o rio Iguaçu permaneceu a céu aberto apesar de retificado, como parte integrante da paisagem da região (Fig. 66). Trata-se de uma paisagem modificada pela ação antrópica, que passa atualmente pela urbanização e implantação de Desenho Urbano - que, no caso, abrange: a implantação de infraestrutura básica de energia elétrica, água e esgoto; a pavimentação de vias de circulação; o calçamento de passeios; a regularização de lotes; a construção de habitações; e a construção de edificações destinadas à escola e creche como também pavilhão para centro esportivo, dentre outros. O Desenho Urbano como agente abrangente e gestor promove a valorização de toda a microbacia da região.

Figura 66- Rio Iguaçu, próximo ao Bolsão Audi União , leito retificado.



Fonte: a autora, 2013

6 CONCLUSÃO

Na presente dissertação, chega-se a conclusão que a mudança de abordagem técnica, econômica, social e ambiental em relação aos corpos hídricos é resultado da maturidade conquistada pela sociedade humana em consequência da necessidade de sobrevivência da espécie e da constatação de que a natureza não é eternamente autossustentável. Os corpos hídricos podem ‘morrer’ pela ação antrópica, como também podem ser restaurados em tempo pela mesma ação. A escolha de um ou outro caminho depende de como a sociedade humana interage com os mesmos em cada região, em cada cultura, em cada governo, em cada gestão. As consequências dessas posturas podem causar danos, prejuízos humanos e materiais, como os que podem ser causados por inundações em áreas urbanas situadas em regiões de várzea, naturalmente pertencentes aos elementos de bacias hidrográficas. Ou podem essas posturas, ser a alavanca de soluções de impasses e problemas.

A dissertação aborda a relação Desenho Urbano e corpos hídricos no meio ambiente da cidade relativo a áreas sujeitas a inundações. Primeiramente, houve maior conhecimento do assunto através da leitura de parte da bibliografia existente sobre o mesmo, nas definições relativas e levantamentos, em parte do histórico, nos exemplos de casos com ações e situações atuais. A revisão bibliográfica abrangeu também a leitura de artigos científicos atuais, procurando tomar conhecimento do assunto no que diz respeito à pesquisa científica relativa à ocupação urbana em ambientes de bacias hidrográficas, desenho urbano e corpos hídricos, ações gerais relativas ao elemento água em regiões urbanas; continuou pela leitura da legislação existente referente aos corpos hídricos no contexto nacional, especificamente do ambiente urbano. Com esse marco teórico foi possível verificar algumas intervenções em diferentes sítios urbanos que seguem as tendências de mudanças de abordagem técnica e conceitual nas intervenções urbanísticas em regiões de corpos hídricos, observada nos últimos trinta anos.

Após, houve a organização da metodologia, a estratégia de pesquisa para o desenvolvimento do trabalho, obtendo-se diretrizes para ações, sem as quais não seria possível seguir um caminho coerente. A estratégia de pesquisa serviu como parâmetro de tempo e também delimitou o universo da pesquisa para se conquistar um resultado aceitável, atingível e talvez plausível.

O número de estudos de casos, para o final do trabalho, foi definido pela condição de levantamento de dados das situações dos mesmos relativos aos elementos de investimentos financeiros e aos critérios balizadores da pesquisa, sendo estes, relação corpo hídrico e ocupação urbana, riscos à população por inundações, tipo de ocupação urbana (Desenho Urbano). Após verificar a possibilidade foram definidas duas situações, dois estudos de caso, do comportamento ambiente construído e ambiente natural em Curitiba com foco em inundações.

Após a escolha dos casos, houve nos estudos de campo entrevistas com técnicos da área, entrevistas com os atores envolvidos em eventos de inundações nos locais das micro regiões urbanas em estudo, busca de dados oficiais referentes elementos e critérios balizadores da pesquisa, informações de projetos já executados nas regiões dos dois estudos de caso. Questionamentos relacionados aos estudos de campo e a busca da compreensão de ações desenvolvidas anteriormente, resultaram em melhor compreensão de algumas das ações em obras executadas em corpos hídricos da cidade de Curitiba. Consultas a profissionais responsáveis por departamentos em órgãos gestores das intervenções podem ser observadas no texto dos estudos de caso. O levantamento fotográfico das obras, nova canalização do rio Caranguejinho no bairro do Bigorrilho, e dos diques, canal de drenagem e aterramento de área inundável na região da Bacia do Alto Iguaçu, no Bolsão Audi União no bairro do Uberaba, juntamente com entrevistas aos atores envolvidos e análise da micro região urbana em questão, proporcionou o resultado da pesquisa de campo.

A discussão permitiu verificar respostas aos questionamentos iniciais e explorar parâmetros de escolha relativas à eficácia das intervenções ocorridas demonstradas nos estudos de caso. A relação Desenho Urbano e corpos hídricos pode ser positiva, mesmo que o corpo hídrico sofra alteração permanente no seu curso e em sua condição física natural, como por exemplo, ficar ou não a céu aberto, assim sendo, positiva, o elemento mantenedor do corpo hídrico, a água, pode estar saudável ou sendo objeto disso. Nas intervenções estudadas por esta pesquisadora, observou-se que a relação Desenho Urbano e corpo hídrico ainda são limitadas em vários aspectos, mas que a gestão Desenho Urbano tem a possibilidade de transforma-las de forma positiva.

Embora os corpos hídricos não possam, muitas vezes, serem restaurados para as suas condições originais, as interferências e obras de engenharia implantadas com

critérios parecem ser um catalisador necessário para o desenvolvimento urbano sustentável. Uma análise crítica indica que esses projetos têm servido a propósitos diversos e abrangentes, que contemplam a busca de solução para problemas sociais, físicos e econômicos, entre outros e contribuem para o desenvolvimento das cidades sustentáveis. Com o desenvolvimento constante das cidades do mundo, devido ao aumento populacional e as necessidades consequentes, fica claro para esta pesquisadora o que acontece em países desenvolvidos e em países em desenvolvimento. Em vários países desenvolvidos com economia equilibrada e população politicamente ativa, observa-se uma luta para romper com o modelo tradicional de poluir primeiro, limpar depois, e que tornam objeto de preocupação fundamental o emprego de estratégias que minimizem ou remedeiem os impactos ambientais e ainda promovam o desenvolvimento econômico. O mesmo padrão é praticamente inexistente em cidades de países em condições econômicas precárias cuja população carece desde saúde, alimentação, abrigo até a vontade de mudar a síndrome do padrão instalado pela extrema pobreza.

Figura 67 - Nas águas poluídas do Ganges crianças indianas buscam moedas e ouro e outros objetos de valor deixados pelos milhares de visitantes do festival Kumbh Mela, em Allahabad, celebrado a cada 12 anos, durante quase dois meses.



Foto: Sanjay Kanojia / AFP Fonte: <http://extra.globo.com/noticias/mundo/homens-criancas-mergulham-em-rio-poluído-em-busca-de-ouro-na-india-8009298.html#ixzz2UW2misqg>

No Brasil, esta pesquisadora observa que atualmente há uma tendência de internalizar os conhecimentos de serviços e soluções para o problema eminente dos

corpos hídricos em regiões urbanas. A transformação de serviços técnicos em ferramentas de planejamento de fácil administração e compreensão e, com base nas capacidades econômicas de cada região do país ocorre a possibilidade de algumas soluções em determinadas situações. Alguns gestores promovem as condições de revitalização contínua e gradativa dos recursos hídricos, tais como rios, redescobrimo os seus múltiplos valores para a sociedade, e para acelerar a tradução desses serviços técnicos em obras realizadas para a promoção da sustentabilidade.

Nos dois estudos de caso realizados nesta dissertação, se observou através de uma análise crítica a indicação de que esses projetos têm servido a propósitos diversos que contribuem para o desenvolvimento das cidades e tornam as condições locais mais sustentáveis. Nos parâmetros estudados nesta dissertação, ou seja, o Desenho Urbano e o meio ambiente, na relação entre corpos hídricos e obras de prevenção a inundações, se explorou alguns critérios importantes para base de tomada de decisões como: relação corpo hídrico e ocupação urbana, investimento financeiro/valor bruto da obra de engenharia para a solução ou minimização do problema, número de habitantes da região e riscos que a população estava sujeita em relação a possibilidade de inundações e tipo de ocupação urbana, densidade e regularidade.

No caso do rio Caranguejinho, no bairro do Bigorrião, região central da cidade de Curitiba, se pode observar a população (cerca de 6000 pessoas nas quadras do entorno da área sujeita a inundações) reivindicando um serviço público para a solução do problema eminente causado por inundações que atingiam a infraestrutura urbana na região. Sendo uma região regular perante a administração pública, com altíssima densidade populacional, habitando em edificações de padrão e valores imobiliários elevados, com bom poder de questionamento junto aos órgãos gestores a intervenção foi possível antes da ocorrência de um problema mais grave. A obra da nova canalização do rio promove uma relativa segurança e até o momento esta sendo eficaz, pois, não houve mais inundação no local, mesmo porque o dimensionamento das tubulações aparentemente é bem superior a vazão média e mesmo a vazão em dias de chuvas fortes, não sendo localizados por esta pesquisadora nenhum estudo estatístico referente. O rio, um córrego, que ainda não está mapeado pelos órgãos responsáveis, está totalmente canalizado e atualmente não faz parte da paisagem urbana, não podendo assim contribuir para o paisagismo nem tão pouco para o ecossistema da região. O

objeto de estudo de estudo de caso nesta dissertação é a obra da nova canalização do rio com método chamado não destrutível que minimizou ao máximo os transtornos geralmente causados por obras desse porte. O estudo da vazão do rio a jusante em épocas de chuvas fortes não foi objeto desta pesquisa, portanto a canalização que no local até a presente data esta solucionando o problema de inundação não garante que esta mesma canalização não possa ser a causadora do outros problemas em cotas mais baixas do curso do rio.

No caso do rio Iguaçu, na região do bairro Uberaba na região leste de Curitiba, onde houve há aproximadamente 15 anos a invasão de áreas que compõe o leito maior do rio em cotas inundáveis em época de cheias a situação é diferente em vários aspectos. A população em geral de baixa renda na época da invasão, se utilizou da área para implantação de moradias de baixa qualidade e baixo valor imobiliário, onde eram feitas extrações de areia e onde o solo apresentava verdadeiras crateras que viravam grandes poças de água com a ocorrência de chuvas fortes e também sujeitas à inundação do rio. Seguindo pela situação irregular da área, que na realidade deveria permanecer livre para ser invadida eventualmente pela cheia do rio Iguaçu. Entretanto a rapidez com que houve a ocupação da região foi alarmante, onde não havia nenhuma moradia existem atualmente cerca de oito vilas com população de mais de 10 mil pessoas e um gravíssimo problema social e administrativo. A gestão pública diante do problema, optou por tratar cada vila conforme a situação pelo aspecto de direitos e riscos em relação a inundação. Por exemplo, a Vila Audi está implantada em área que pertencia a proprietários privados, e a Vila Yasmin em região que pertence a várzea do rio; então a solução para este aspecto foi a gestão caso a caso, o que pode ser visto em resumo no item 4.2, desta dissertação. Atualmente a COHAB, administra grande parte da região com a implantação de infraestrutura e edificações para habitação e serviços. Em relação as inundações causadas pelas cheias do rio, foram executadas obras de contenção dessas cheias através de diques e canal extravasor, com também um lago de grandes proporções. O objeto do estudo de caso nesta dissertação são as obras do dique e do canal extravasor de drenagem e do aterro de área alagável, no trecho vilas Audi União; observa-se a melhoria do padrão de vida da população do local após essas intervenções de obras de engenharia, onde fica claro através do registros fotográficos anteriores e posteriores as intervenções. Também através de entrevista com líder comunitário e

engenheiro da COHAB contata-se que após as obras não houve inundação na região das vilas objeto de estudo. O rio apesar de retificado permanece a céu aberto e pode contribuir o paisagismo natural da região, como também para seu ecossistema.

Se pretende ao final desta dissertação, dentre tantas outras, que o trabalho possa contribuir para a compreensão do Desenho Urbano e dos corpos hídricos no contexto do meio ambiente da cidade, relativo a regiões sujeitas a inundações, abrangendo um enfoque sócio ambiental, viável financeiramente à gestão pública e aos responsáveis pelas mesmas. A ocupação urbana atenta à existência das bacias hidrográficas e aos seus corpos hídricos, onde a grande maioria são os rios, pode minimizar problemas, criar soluções e respeitar a natureza do elemento água essencial à vida humana, tornando-a mais digna e agradável.

Já sabemos da importância da água desenhando a paisagem, em suas diversas escalas. Neste contexto, a compreensão do papel dos cursos d'água é de fundamental importância. Os rios, córregos e riachos são os caminhos das águas doces que buscam um nível mais baixo de repouso. E desta forma vão desenhando seu percurso em linha ao sabor da topografia, conectando montanhas e planícies, florestas e mares, conectando enfim diferentes fisionomias paisagísticas (COSTA, L.M.S.A. 2006).

Para futuras pesquisas relacionadas a esta, a sugestão é de que, estudos poderão ser desenvolvido em outras micro regiões urbanas podendo ser aprofundados em relação a este com dados quantitativos referentes a eventos de inundações. Também poderão se desenvolver pesquisas com maior quantidades de gráficos comparativos e mapas localizando e delimitando as áreas de eventos de inundações.

7 REFERÊNCIAS

ABIKO, A; MORAES, O.B. **Desenvolvimento urbano sustentável**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil. 2009. p. 8-26. Disponível em: <<http://alkabiko.pcc.usp.br/TT26DesUrbSustentavel.pdf>> Acesso em: 10 mar. 2013.

AGENDA 21. Disponível em:< <http://www.un.org/esa/dsd/agenda21/> e http://www.un.org/esa/dsd/agenda21/res_agenda21_00.shtml . Acesso em: 18 maio 2012.

AGUAS DO AMANHÃ. **A bacia do Alto Iguaçu está vulnerável**. 2011. Disponível em: <<http://www2.gazetadopovo.com.br/aguasdoamanha>> Acesso em: 10 jan. 2012.

ALMEIDA J.R. et al. **Planejamento Ambiental**: Caminho para participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum, uma necessidade, um desafio. [S.l]: Thex, 2003.

ALMEIDA, L. Q.; CARVALHO, P. F. **Representações, riscos e potencialidades de rios urbanos: análise de um (des) caso histórico**. Instituto de Geografia Universidade Federal de Uberlândia Programa de Pós-graduação em Geografia. Uberlândia. 2009. Disponível em < <http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html> ISSN 1678-6343>. Acesso em: 23 maio 2013.

ALVES, F.; RIBEIRO, H., 2006. A percepção do caos urbano, as enchentes e as suas repercussões nas políticas públicas da Região Metropolitana de São Paulo. **Saúde e Sociedade**. v.15, n.3, p.145-161, 2006. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-12902006000300012>> Acesso em 26 ago. 2012.

AYOUB, T. A. A.; MAUÁ, L. B. C. A utilização da fotografia no processo de intervenção urbana. **III Encontro Nacional de Estudos da Imagem**, Londrina p. 2807, Maio 2011. Disponível em <http://www.uel.br/eventos/eneimagem/anais2011/trabalhos/pdf/Thamine%20de%20Almeida_%20Ligia%20Carreri.pdf> Acesso em: 19 ago. 2012.

BARNETT, J. **An introduction to urban design**. New York: Harper and Row, 1982.

BDOUR, A.N. Perspectives on sustainable wastewater treatment technologies and reuse options in the urban areas of the Mediterranean region. **Desalination**. v.237, n.1, p.162-174. 2009.

BELL, S. Urban water systems in transition.(Applied) **Emergence: Complexity and Organization**, v.14, n.1, p.45, jan. 2012.

BORGES, J. **Uma chance ao Tietê:**O esforço para ressuscitar o pobre rio que atravessa a capital paulista. Disponível em: <http://www.sescsp.org.br/sesc/revistas_sesc/pb/artigo.cfm?Edicao_Id=204&Artigo_ID=3182&IDCategoria=3436&reftype=1> Acesso em: 14 abr. 2012.

BOURDEAU, L. The Agenda 21 on Sustainable Construction. In: **CIB Symposium on Construction and Environment: theory into practice**. 23-24 de novembro 2000, São Paulo.

BRANDÃO, Z. O papel do desenho urbano no planejamento estratégico: a nova postura do arquiteto no plano urbano contemporâneo. **Arquitextos 025**, ano 04, jun. 2002 Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/03.025/773>> Acesso em: 08 fev.2011.

BRANCATELLI, R. Discussões Urbanas: Os desafios da metrópole. R\$ 3 bi depois, por que o Rio Tietê continua tão sujo? **Estado de São Paulo**, Cidades/ Metrôpoles, 2011. Disponível em:< <http://digital.estadao.com.br/download/pdf/2011/06/27/C8.pdf>> Acesso em: 04 fev.2013.

BRASIL. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Disponível em <www.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php> 2000, 2004. Acesso em 30 abr. 2011.

BRASIL. **Lei Federal n.º 10.257**. Estatuto da Cidade. 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110257.htm> Acesso em: 20 nov.2011.

_____. **Lei Federal n.º 12651**. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm> Acesso em: > Acesso em: 20 nov.2011.

_____. **Lei Federal n.º12727**. 2012. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12727.htm> Acesso em: > Acesso em: 20 nov.2011.

_____. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde Ministério da Saúde, Departamento de Saneamento. **MANUAL DE SANEAMENTO**. 2009. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/customizado/gestao-ambientalbiblioteca/bib_manual_saneamento.pdf>. Acesso em: 09 mar.2013.

BROCANELI, P. F. Hafencity: mobilidade, acessibilidade e espaços públicos em Hamburgo, Alemanha. **Labverde**, n.5, dez. 2012. Disponível em < <http://www.fau.usp.br/deprojeto/revistalabverde/artigos/no10.pdf>> Acesso em: 25 maio 2013.

CARMONA, M., HEATH, T. O. T.; TIESDELL, S. **Public places urban spaces: the dimensions of urban design**. Oxford: [s.n], 2003.

CAVALCANTI, C.; FURTADO, A. **Desenvolvimento e Natureza**: Estudos para uma Sociedade sustentável. Recife:INPSO/ FUNDAJ, Instituto de Pesquisas Sociais, Fundação Joaquim Nabuco, out.1994.262 p. Disponível em: < <http://168.96.200.17/ar/libros/brasil/pesqui/cavalcanti.rtf> >. Acesso em: 22 ago. 2012.

CIDADES DO BRASIL. Lixo na rua. **Revista Cidades do Brasil**, Seção Meio Ambiente, 2004. Disponível em: < <http://cidadesdobrasil.com.br/cgi-cn/news.cgi?cl=099105100097100101098114&arecod=19&newcod=766>>. Acesso em: 04 maio 2013.

CIDADES SUSTENTÁVEIS. **Boas práticas**. 2012. Disponível em: < http://www.cidadessustentaveis.org.br/boas_praticas/exibir/248>. Acesso em 08 fev.2013.

CLOUTIER, G.; METHE-MYRAND, L.; SÉNÉCAL, G. La revitalisation urbaine e la plus-value de l'approche montrealaise: une comparaison. (Report). **Jornal Canadense de Pesquisa Urbana Canadian Journal of Urban Research**, v.19, n.1, p.23-27, 2010.

COHAB - Companhia de Habitação Popular de Curitiba. **Diagnóstico por bacia hidrográfica**. Disponível em:<www.cohabct.com.br><http://www.curitiba.pr.gov.br/publico/cidade>> Acesso em 19 abr. 2011.

CONANDA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <www.mma.gov.br/conama>. Acesso em: 30 abri. 2011

COSTA, H. G. **Introdução ao método de análise hierárquica**: análise multicritério no auxílio à decisão. Niterói: [s.n], 2002.

COSTA, L. M. S. A. (org.). **Rios e paisagens urbanas em cidades brasileiras**. Rio de Janeiro: Viana & Mosley/Proureb, 2006.

COSTA, D. M. A.; BARROS JÚNIOR, A.C. **Avaliação da Necessidade do Reuso de Águas Residuais**, 2005. Disponível em: <www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article>. Acesso em: 19 abr. 2011.

CURITIBA. **Setor Estrutural com Plano Massa**. 2000. Disponível em: <<http://www.ppd.caop.mp.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=122>> Acesso em: 26 nov. 2011.

_____. Secretaria Municipal de Urbanismo. **Lei nº 192**: regulamenta parcialmente o Art. 5º, inciso IX, da Lei nº 9.800/00, no que diz respeito à Área de Proteção Ambiental do Iguaçu, Parque Municipal do Iguaçu e dá outras providências. Disponível em <<http://www.curitiba.pr.gov.br/conteudo/legislacao-zoneamento-smu-secretaria-municipal-do-urbanismo/220>> Acesso em: 15 jun.2012.

COMEC - Coordenação da Região metropolitana de Curitiba. **Relatório Ambiental da Região Metropolitana de Curitiba**. Curitiba:[s.n], 2006.

DEL RIO, V. **Introdução ao desenho Urbano no processo de planejamento**. São Paulo: PINI, 1990.

DEMANBORO, A.C.; MARIOTONI, C. A. Disponibilidade hídrica: da visão global às pequenas bacias. **Revista Geociências**,1999.

DIAS, G. B. **Pegada Ecológica e Sustentabilidade Humana**. São Paulo: Gaia, 2002.

DUARTE, F. **Cidades inteligentes**: inovação tecnológica no meio urbano. São Paulo em Perspectiva. v.19, n.1, p.122-131, mar. 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-88392005000100011>> Acesso em: 26 ago. 2012.

ELETROPAULO. **São Paulo**: 'gatos' de luz chegam a 200 mil na área da Eletropaulo. Disponível em <<http://noticias.terra.com.br/brasil/cidades/sp-39gatos39-de-luz-chegam-a-200-mil-na-area-daeletropaulo,4b69af97a555b310VgnCLD200000bbcceb0aRCRD>> 25 abr. 2012.

ECO AGENCIA. **Pesquisa mostra que maiores fontes de poluição em rios paulistas são os resíduos industriais e o esgoto doméstico**. 2012. Disponível em: <<http://www.ecoagencia.com.br/?open=noticias&id=VZlSXRFWwJlYHpkeOdFdWJFbKVVVB1TP>> 24 nov. 2012.

ENTENDENDO o código florestal. **A Lei do Código já está valendo?** Ou ainda pode ser modificada? 30 nov. 2012. Disponível em: < <http://blogs.ruralbr.com.br/entendaocodigoflorestal/tag/lei-12651/>> Acesso em: 10 dez. 2012

ESTADÃO. **Projeto Tietê**: Conheça algumas curiosidades sobre o Rio Tietê. Fotos. Disponível em: <<http://fotos.estadao.com.br/projeto-tiete-conheca-algumas-curiosidades-sobre-o-rio-tiete,galeria,6143,182793>>. 2013. Acesso em: 03 mar. 2013.

EVERARD, M.; HELEN, L. Rediscovering the value of urban rivers. v. 15, n.2, p 293-314, 2011.

FERNANDES, E. **O Estatuto da Cidade e a ordem jurídico-urbanística**. 2010. Disponível em <<http://www.conselhos.mg.gov.br/uploads/24/04.pdf>> Acesso em: 10 fev. 2011.

FRAGKIAS, M. **Centros Urbanos**. Disponível em: <<http://arquiteturaeurb.com/category/onu/>>. Acesso em: mar. 2012.

FRANCO, M. A.R. **Planejamento Ambiental para a Cidade sustentável**. 2.ed. São Paulo: Annablume /Edifurb, 2001.

GABORIT, E.; PELLETIER, G; VANROLLEGHEM, P.A. Simulation du debit de la riviere Saint-charles: premiere source d'eau potable de la ville de Quebec. **Canadian Journal of Civil Engineering** , v.37, n.2, p.311, 2010.

GAZETA DO POVO. Águas do Amanhã. **Gazeta do Povo**. CURITIBA, 27 de setembro de 2011. Disponível em: <gazetadopovo.com.br/aguas/Relatorio-Aguas.pdf>, 2011. Acesso em: 14 dez.2012.

_____. Prefeitura de Curitiba desvia leito do Rio Caranguejinho. **Gazeta do Povo**. Curitiba, 25 de maio de 2011. Disponível em: <<http://www2.gazetadopovo.com.br/aguasdoamanha/noticias/post/id/266/titulo/Prefeitura+de+Curitiba+desvia+leito+do+Rio+Caranguejinho>>. Acesso em: 27 ago. 2012.

_____. A triste agonia do rio Iguaçu. **Gazeta do Povo**. Curitiba 26 de setembro de 2012. Disponível em < <http://www.gazetadopovo.com.br/vidaecidadania/meioambiente/A-triste-agonia-do-Rio-Iguacu>> Acesso em: 25 maio 2013.

GEISSLER, H.J.; LOCH R.E.N. **Análise histórica das enchentes em Curitiba-PR**: medidas propostas e consequências observadas. UFSC, 2004. Disponível em <http://www.cfh.ufsc.br/~gedn/sibraden/cd/EIXO%203_OK/3-38.pdf> Acesso em: 13 fev.2011.

GIL A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 1994.

GONÇALVES, D.B. Desenvolvimento sustentável o desafio da presente geração. **Revista espaço acadêmico**. ano 5, n. 51, ago. 2005. Disponível em: <<http://www.espacoacademico.com.br/051/51goncalves.htm>> Acesso em: 10 mar.2013.

HALL, P. **Urban and regional planning**. 4.ed. New York: Routledge, 2002.

HARDT, C.; BOLLMANN, A. H.; HARDT, L. P. A.; PELLIZZARO, P.C. **Urbanização em áreas de mananciais hídricos**: estudo de caso em Piraquara, Paraná. 2000. Disponível em: <[http:// web.observatoriodasmetropoles.net/download/cm_artigos/cm19_127.pdf](http://web.observatoriodasmetropoles.net/download/cm_artigos/cm19_127.pdf)> Acesso em: 15 maio 2011.

HUERGO, M.C.C. **Permeabilidade do solo**: um estudo na cidade de Curitiba. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

IBEA - Instituto Brasileiro de Engenharia, Arquitetura e Proteção Ambiental. **Agenda 21**. Disponível em <http://www.ibea.org.br/agenda_21.html> Acesso em 19 abr. 2012.

IEAv - Instituto de Estudos Avançados. **Salvando o Ecossistema e a Civilização Global**: Perspectiva histórica de esforços mundiais. Disponível em: <<http://www.ieav.cta.br/enu/yuji/ecossistema.php>> Acesso em: 18 maio 2012.

IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Problemas habitacionais dos assentamentos precários urbanos na RMC**. Disponível<[http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/Problemas_Habitacionais_Assent t_Precarios_Urbanos_Rmc.pdf](http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/Problemas_Habitacionais_Assent_Precarios_Urbanos_Rmc.pdf)> 22 set. 2012.

IPPUC - Instituto de Planejamento Urbano de Curitiba. **Diagnóstico por bacia hidrográfica**. Disponível em: <<http://www.ippuc.org.br>>. Acesso em: 19 abr. 2011.

KHAN,S. ; AHMAD, A. ; ZHAOQING, L.; RANA, T.; MU, J.; BLACKWELL,J.; JAYAWARDANE, N. Quantifying aquifer water balance and salinity dynamics to minimise environmental impacts of a land-base effluent treatment system in China. **Irrigation and Drainage**, v. 59, p. 586-605, 2010.

KINVER, M. Cidades serão 'campos de batalha' em luta contra aquecimento, diz ONU. **BBC News**. 2011. Disponível em: <<http://www.bbc.co.uk/portuguese/noticias/2011/03/110330_aquecimento_cidades_onu_fn.shtml>> Acesso em: 06 mar. 2013.

LANG, J. **Urban Design**: a typology of procedures and products. Amsterdam: Elsevier, 2005.

LIMA, C.A.; CAMPOS, M.L.B.; TERBECK, M.I. Ocupação Urbana em área de mananciais na região metropolitana de Curitiba - municípios de Pinhais e Piraquara: densidade e índice de ocupação como evidências de um padrão em consolidação. [s.l: s.n], 2009.

LISBOA, K.C.; BARROS, M.V.F. **A pegada ecológica como instrumento de avaliação ambiental para a cidade de Londrina**. 2010. Disponível em <http://www.geo.uel.br/didatico/omar/pesquisa_geografia_fisica/PegadaEcologica.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2012.

MACEDO, D.R.; CALLISTO, M.; MAGALHÃES JUNIOR, A.P. Restauração de Cursos d'água em Áreas Urbanizadas: Perspectivas para a Realidade Brasileira. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v.16, n.3, p.127-139, Jul./Set 2011.

MARK, E.; MOGGRIDGE, H.L. Rediscovering the value of urban rivers. **Urban Ecosystems**. v.15, n.2, p.293-314, 2012.

MARVIN, S; LAURIE, N. An Emerging Logic of Urban Water Management, Cochabamba, Bolivia. (Statistical Data Included). **Urban Studies**, v.36, n.2, p.341, feb. 1999.

MASSOUD, M.A. et al. Factors influencing development of management strategies for the Abou Ali River in Lebanon: I: Spatial variation and land use. **Science of the Total Environment**. v.362, n.1, p.15-30, 2006.

MBULIGWE, S.; KASEVA, M. Pollution and Self-Cleansing of an Urban River in a Developing Country: A Case Study in Dar es Salaam, Tanzania **Environmental Management**, v.36, n.2, p.328-342, 2005.

MEDAGLIA, T. O Rio que insiste em viver (Tietê). **Revista Terra**, São Paulo, São Paulo, jun. 2005. Disponível em: <<http://www.biodiversityreporting.org/article.sub?docId=18340&c=Brazil%20Print&cRef=Brazil%20Print&year=2006&date=June%202005>> Acesso em: 04 maio. 2013.

MENDES, H. C. Reflexões sobre impactos das inundações e políticas públicas mitigadoras. Cap.1, In: EESC – Escola de Engenharia de São Carlos, USP - Universidade de São Paulo. **Expansão Urbana e Inundações: histórico e Impactos**. São Carlos: [s.n], ago. 2004, p.7. Disponível em: < <http://www.shs.eesc.usp.br>> Acesso em: 26 abr. 2013.

MENDES, H.C; MENDIONDO, E.M. Histórico da Expansão Urbana e Incidência de Inundações: O Caso da Bacia do Gregório, São Carlos – SP . **RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v.12, n.1, p.17-27, jan./mar. 2007. Disponível em: <<http://www.abrh.org.br> > Acesso em: 17 ago. 2012.

MIRANDA, A.H.M. **APP em área urbana consolidada**. , 2006. Disponível em: <http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/app_em_area_urbana_consolidada.pdf > Acesso em: 01 maio 2011.

MOREIRA, H; CALEFFE, L.G. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. Rio de Janeiro: DP&A, 2006. p.69.

MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente**. 2.ed. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

MUELLER, C.C. Problemas ambientais de um estilo de desenvolvimento: a degradação da pobreza no Brasil. **Revista Ambiente & Sociedade**, Campinas, ano 1, n.1, 1997.

O EMPREITEIRO, 2013. Projeto Rio Hudson – planet SEED. **Rios do Mundo**. Disponível em: < www.planetseed.com/pt-br/node/21587 - 81k >. Acesso em: 20 jun. 2012.

O ESTADO DE SÃO PAULO. Grandes cidades investiram na revitalização. Maioria adotou mudanças na legislação para acabar com o despejo de dejetos industriais e criar programas permanentes de limpeza. **O Estado de São Paulo**. 22 de setembro de 2012. Disponível em:< <http://www.estadao.com.br/noticias/impreso,grandes-cidades-investiram-na-revitalizacao,934236,0.htm>> Acesso em: 10 out. 2012.

ONU - Organização das Nações Unidas. ONU Brasil. **Programa da Nações Unidas para assentamentos humanos**. Disponível em: < <http://www.onuhabitat.org> > Acesso em: 20 jun. 2012.

_____. Comissão Mundial para o Ambiente e Desenvolvimento- Comissão Brundtland **O Nosso futuro comum**. 1987. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/12906958/Relatorio-Brundtland-Nosso-Futuro-Comum-Em-Portugues>>. Acesso em 20 abr. 2013.

PAIN et.al. **Processo de melhoria recente da BIOSEP (Marca Registrada) para o tratamento de efluentes industriais e municipais**. [s.l: s.n], 2002.

PAOLI, D. D; PINA, S. A. M. Desenho Urbano nas áreas habitacionais: uma metodologia de análise conceitual. Uma metodologia de análise dos conceitos de desenho urbano em propostas de projeto e intervenção no ambiente construído. 2007. Disponível em: <<http://www.usp.br/nutau/CD/47.pdf>> Acesso em: fev. 2013.

PARANÁ. Secretaria do Desenvolvimento Urbano. Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba. Disponível em: < <http://www.comec.pr.gov.br/>> Acesso em: 10 nov.2011.

PASSOS, P.N.C. A Conferência de Estocolmo como ponto de partida para a proteção internacional do meio ambiente. **Revista Direito Fundamentais e Democracia** v.6. 2009. Disponível em: <revistaeletronicardfd.unibrasil.com.br/index.php/rdfd/article/.../266> Acesso em: 17 ago. 2012.

PAULO, L.P; BERNARDES, F.S. **Estudo de tanque de evaporação para o tratamento domiciliar de águas negras**. UFMS, Engenharia Ambiental/ Departamento de Hidráulica/ Coordenadoria de Pesquisa - PROPP, 2008. Disponível em <[tp://ftp.editora.ufms.br/pub/bs2010/Abril/BS%204786.pdf](ftp://ftp.editora.ufms.br/pub/bs2010/Abril/BS%204786.pdf)>. Acesso em: 25 abr.n2011.

PERDIGÃO, J. E. C.DEPRN / DUSM. 2010. Disponível em: <www2.agua.org.br/apresentacoes/90037_perdigao2.pdf>. Acesso em: 01 maio 2011.

PEREIRA, G. A natureza nos fatos urbanos: produção do espaço e degradação ambiental. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n.3, 2001.

PLANETA SUSTENTÁVEL. **Lixo das ruas também polui rios**. 2008. Disponível em: <<http://planetasustentavel.abril.com.br/blog/blog-da-redacao/129529/>>.Acesso em: 04 maio 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA. **Diagnóstico por bacia hidrográfica** Disponível em < <http://www.pmcg.ms.gov.br/>>. Acesso em: 19 abr. 2011.

PRESTES, M. F.**Indicadores de sustentabilidade em urbanização sobre áreas de mananciais**. 192f. Dissertação ((Mestrado em Engenharia da Construção Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

RIBEIRO, B.; DANTAS, T. Com eclusa Tietê terá mais de 14km navegáveis. **O Estado de São Paulo**, Cidades/ Metrôpoles. Disponível em: <<http://digital.estadao.com.br/download/pdf/2013/04/11/C6.pdf>> Acesso em: 04 fev. 2013.

RIGHI, E.; ROBAINBA, L.E.S. Enchentes do Rio Uruguai no Rio Grande do Sul entre 1980 e 2005: uma análise geográfica. **Sociedade e Natureza** v.22, n.1, p. 35-54. Disponível em: < <http://www.scielo.br/cgi-bin/wxis.exe/iah/> > Acesso em: 17 ago.2012.

ROBSON, C. **Real World Research: A Resource for Social Scientists and Practitioner**. 2.ed. Londres: Blackwell, 2002.

RODRIGUES, F.M; PISSARAL, T.C.T; CAMPOS, S. **Análise temporal do uso e ocupação do solo na microbacia hidrográfica do córrego da fazenda Glória, Município de Taquaritinga, SP**. Botucatu, SP: Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2009.

ROLNIK, R.; SAULE JUNIOR, N.(coord.) **Estatuto da Cidade: Guia para Implementação pelos Municípios e Cidadãos**. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2001. p.15-16. Disponível em: <http://www.cafedelasciudades.com.ar/imagenes/Estatuto%20de%20la%20Ciudad_Brasil.pdf> Acesso em: 08 mar. 2013.

SAATY, T.L. Relative Measurement and Its Generalization in Decision Making Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible factors: The Analytic Hierarchy /. Network Process. **Rev. Real Academia de Ciencias**. Espanha, v.12, p. 251- 318, 2008.

SABOYA, R. **O planejamento sistêmico/ racional-abrangente**. 14 set. 2008. Disponível em: <<http://urbanidades.arq.br/2008/09/o-planejamento-sistemico-racional-abrangente>> Acesso em: 06 mar. 2013.

SABESP. 2013. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=4>>. Acesso em: 04 maio 2013.

SANEPAR. Companhia de Saneamento do Paraná. Disponível em: <www.sanepar.com.br>. Acesso em: 19 maio 2011.

SÃO PAULO (Estado). **Lei nº 9.866, de 28 de novembro de 1997 de São Paulo**. Dispõe sobre diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/170520/lei-9866-97-sao-paulo-sp>> Acesso em: 25 abr. 2011.

SAUSEN, T. M. **Sensoriamento Remoto e suas Aplicações para Recursos Naturais**. INPE- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / Coordenadoria de Ensino, Documentação e Programas Especiais. São José dos Campos, SP, 2010. Disponível em <http://educacaoespacial.files.wordpress.com/2010/10/ijespacial_14_sensoriamento_remoto.pdf> Acesso em: 15 set. 2012.

SCHMID, A. L. Métodos de Pesquisa, mar. 2011. Notas de Aula. Material digitalizado.

SEBUSIANI, H.R.V.; BETTINE, S.C. Metodologia de análise do uso e ocupação do solo em micro bacia urbana. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**. 2011. Disponível em: < www.puccampinas.edu.br/websist/.../Artigo_Revista_Helena.pdf> Acesso em: 18 abr. 2011.

SILVA, R.T.; MACHADO, L. Serviços Urbanos em Rede e Controle Público do Subsolo: Novos Desafios à Gestão Urbana. **São Paulo em Perspectiva** [on-line]. v.15, n.1, p.102-111., 2001. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-88392001000100012>> Acesso em: 17 ago. 2012.

SILVA, V. G. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica**. 2003. 210f. Tese (Doutorado em Engenharia da Construção Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SOARES, A.M.; CUNHA, D.; DANTAS, G.D.; OLIVEIRA, H.L.P. Bacia hidrográfica do córrego Lagoinha. Uberlândia – MG: Desafios do Planejamento Urbano. **Revista da Católica**, Uberlândia, v. 1, n.1, p.103-115, 2009. Disponível em: www.catolicaonline.com.br/revistadacatolica . Acesso em: 17 ago.2012.

SUSTENTABILIDADE. In: DICIONÁRIO da língua portuguesa. Lisboa: Priberam Informática, Disponível em <<http://www.priberam.pt>> Acesso em 02 mar. 2013.

TAVARES, S. F. Disciplina Métodos de Pesquisa. 2011, 2012 e 2013 Notas de Aula. Material digitalizado.

TAZI-PAIN, A. et al. Recent improvement of the BIOSEP® process for industrial and municipal wastewater treatment. **Desalination**, v.146, n.1, p.439-443, 2002.

TUCCI, C. E. M. Inundações Urbanas na América do Sul. cap. 2. **Águas Urbanas**, 2003, p. 26-27. Disponível em: <<http://www.eclac.cl/samtac/noticias/documentosdetrabajo/5/23335/InBr02803.pdf>> Acesso em: 23 ago. 2012.

TUCCI; C. E. M; HESPENOL, I.; CORDEIRO NETTO ,O. M. Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a “Visão Mundial da Água”, **Bahia análise & dados**, Salvador, v.13, n. ESPECIAL, p.357-370, 2003.

UNESP - IGCE/DGA. Universidade Estadual Paulista. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Departamento de Geologia Aplicada. **Enchentes e Inundações**. 2012. Disponível em < <http://cuencas.fcien.edu.uy/cursos/materiales/Inundac2.pdf> > Acesso em: 22 ago.2012.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Sistema de Bibliotecas**. Normas para apresentação de documentos científicos. 2.ed. Curitiba: UFPR, 2007.

VILLAÇA, F. A Crise do Planejamento Urbano, **Revista São Paulo em Perspectiva**, São Paulo: fundação Seade, v. 9, n.2, 1995. Disponível em: <http://www.seade.gov.br/produtos/spp/v09n02/v09n02_07.pdf> Acesso em: 15 jul. 2011.

VOLLMER, D. Urban waterfront rehabilitation: can contribute to environmental improvements in the developing world? **Environmental Research Letters**,v.4, n.2, 2009.

YAMAMOTO,C.R.G. Wetlands na Região Metropolitana de Curitiba – PR: diagnóstico, conflitos socioeconômicos e desafios de gestão. Curitiba. **Revista Geografar** v.7, n.1, p.161-189, jun. 2012. Disponível em: <www.ser.ufpr.br/geografar> Acesso em: 24 ago. 2012

YOSHIMOTO, P, M. SABESP- Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, 2003. Disponível em:<www.ceset.unicamp.br> Acesso em: 18 dez.2011.

YIN, R.K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos** Trad. Daniel Grassi. 3. ed Porto Alegre: Bookman, 2003.

ANEXO

Classificação das águas

Segundo a Resolução CONAMA 20/86 (atual 357/05), as águas de CLASSE 2, são águas que podem ser destinadas ao abastecimento doméstico, porém, após tratamento por processos químicos, filtração e desinfecção. Servem também à proteção da vida aquática, à recreação de contato primário, à irrigação de verduras e frutas e à criação de peixes e outros seres aquáticos comestíveis.

As águas de CLASSE 3, são águas que podem ser usadas para abastecimento somente após tratamento convencional. Servem à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, frutas e cereais que não tem contato direto com o solo e que não são comidas cruas, e também a dessedentação de animais.

Segundo a Resolução SURHEMA 20/92, artigo 5º, as águas do Rio Barigui (onde a micro bacia a ser estudada nesta pesquisa se localiza) são classificadas como:

Rio Barigui e seus afluentes à montante do Parque Barigui - Classe 2

Rio Barigui e seus afluentes à jusante do Parque Barigui - Classe 3.

Figura 68 Parque Barigui com área urbanizada ao fundo



Figura 69 - Parque Barigui, vista aérea, região altamente valorizada no setor imobiliário, região da bacia do Barigui, bacia onde se encontra o rio Caranguejino e próxima a microrregião urbana objeto de estudo de caso, no Bairro Bigorrião

